

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma / Rakennustuotanto

Tuomas Paajanen

PÖLYNHALLINTA JA VALMIIDEN RAKENNUSOSIEN SUOJAUS

Opinnäytetyö 2014

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Rakennustekniikan koulutusohjelma / Rakennustuotanto

PAAJANEN, TUOMAS

Pölynhallinta ja valmiiden rakennusosien suojaus

Opinnäytetyö

54 sivua + 51 liitesivua

Työn ohjaaja

yliopettaja Tarmo Kontro

lehtori Sirpa Laakso

Toimeksiantaja

Lemminkäinen Talo Oy

Syyskuu 2013

Avainsanat

pölynhallinta, suojaus, määräykset, työmenetelmät

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli kerätä tietoa pölynhallinnasta ja valmiiden rakennusosien suojauksesta, sekä selvittää, millaisia pölynhallinta- ja suojausmenetelmiä on mahdollista käyttää, ja tarkastella niiden toteutumista työmaakohteessa.

Opinnäytetyön teoriaosassa käsitellään pölynhallintaan ja suojaukseen kohdistuvia lainsäädännöllisiä velvoitteita, uudisrakennuskohteissa syntyviä yleisimpiä pölytyyppejä ja niiden terveydellisiä haittavaikutuksia, pölynhallinta- ja suojausmenetelmiä, sekä yleisimpiä pölynhallintaan ja valmiiden rakennusosien suojaukseen kohdistuvia haasteita.

Opinnäytetyön toisessa osassa käsitellään pölynhallintaa ja valmiiden rakennusosien suojausta uudisrakennuskohteen pohjalta. Osiossa käsitellään, miten pölynhallinta ja valmiiden rakennusosien suojaus on otettu huomioon hankkeen suunnitteluvaiheessa. Tarkastellaan myös miten ne on toteutettu hankkeen rakennusvaiheessa sekä tutkitaan, miten suunnitellut toimenpiteet ja toteutus ovat kohdanneet.

Työmaakohteelle ei tehty pölynhallintasuunnitelmaa, vaan tarkoituksena oli viedä toteutusvaihe läpi valitsemalla työmenetelmät ja työskentelytavat, jotka täyttävät rakennukselle asetetut sisäilmasto ja puhtaustavoitteet. Työmaakohteen pölynhallinta onnistui ilman osastointeja, sillä päivittäiset pölynhallintamenetelmät toteutuivat tehokkaasti ja organisoidusti. Valmiiden rakennusosien suojaukseen panostettiin ja merkittävin yksittäinen tekijä onnistuneen lopputuloksen kannalta oli hankkeen toteutus sääsuojan alla.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

PAAJANEN, TUOMAS

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

March 2014

Keywords

Dust control and protection of finished construction parts

54 pages + 51 pages of appendices

Tarmo Kontro, principal lecturer

Sirpa Laakso, senior lecturer

Lemminkäinen Talo Oy

dust control, protection, codes, methods

The purpose of this thesis was to collect information on the dust control and protection of finished construction parts. In addition, the aim was to find out what kind of dust control and protection methods are possible to use and review their realization in the case construction site.

The theory part of the thesis covers legislative obligations of dust controlling and protection of finished construction parts and building materials all round. The theory also covers various types of dusts appearing on a new building site and their health effects, dust control ways of managing covering in building site and typical challenges of dust control and protection of ready made construction parts.

The second part of the thesis deals with dust control and protection of finished construction parts on the case new building site. This part discussed how dust control and protection of finished construction parts is considered during planning of the project, and how they are taken care of in the case building site. Also, final implementation of the planned actions is presented.

There was no planning of dust control in the case building site. The intention was to carry out work choosing best ways and methods that fulfill the objects for clean building site and clear indoor air. The dust control in the case building site was successful without subdividing the building into different compartments because day to day methods of dust control were well organized and efficient. For finished construction parts protection a substantial effort was taken. The most important factor of good outcome was weather shelter of the work.

## ALKUSANAT

Haluan osoittaa kiitokseni Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ohjaaville opettajille Tarmo Kontrolle, sekä Sirpa Laaksolle yhteistyöstä ja saamistani opastuksesta opinnäytetyön aikana. Haluan myös kiittää työmaakohteessa toiminutta työmaainsinööri Vertti Valleniusta saamastani ohjauksesta opinnäytetyössä, sekä Lemminkäinen Kouvolan rakennuspäällikkö Aimo Paavolaa, joka mahdollisti opinnäytetyön toteutumisen.

Opinnäytetyön liitteet ovat Lemminkäisen työssä käytettävää materiaalia ja ovat salattua tietoa.



# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

## ALKUSANAT 4

## 1 JOHDANTO 7

## 2 PÖLYNHALLINNAN JA VALMIIDEN RAKENNUSOSIEN SUOJAUKSEN EDELLYTYKSET 8

### 2.1 Lainsäädäntö 8

#### 2.1.1 Rakentamismääräyskokoelma 8

#### 2.1.2 Työturvallisuuslaki 9

#### 2.1.3 Sisäilmastoluokitus 2008 10

### 2.2 Rakennustyömaalla syntyvä pöly 14

### 2.3 Haasteet pölynhallinnassa ja valmiiden rakennusosien suojauksessa 17

### 2.4 Pölynhallintamenetelmät 19

#### 2.4.1 Työmenetelmät 19

#### 2.4.2 Osastointi 23

#### 2.4.3 Rakennusaikainen siivous 24

#### 2.4.4 Työturvallisuus 25

### 2.5 Valmiiden rakennusosien suojausmenetelmät ja säältä suojautuminen 26

### 2.6 Lemminkäisen toimintamalli 30

## 3 TYÖMAAKOHDE 31

## 4 TYÖMAAKOHTTEEN SUUNNITTELUVAIHEEN TARKASTELU 32

### 4.1 Pölynhallinta 32

### 4.2 Valmiiden rakennusosien suojaus 34

### 4.3 Työturvallisuus 36

### 4.4 Kustannusten hallinta 37

## 5 TYÖMAAKOHTTEEN TOTEUTUSVAIHEEN TARKASTELU 37

### 5.1 Pölynhallinta 37

### 5.2 Valmiiden rakennusosien suojaus 39

5.3	Työturvallisuus	42
5.4	Kustannusten hallinta	43
5.5	Huomioimattomat tilanteet	44
6	LOPPUTULOSTEN TARKASTELU	45
6.1	Toteutuneet menetelmät	45
6.2	Kehitysmahdollisuudet	46
6.3	Johtopäätökset	48
7	POHDINTA	49
	LÄHTEET	52
	LIITTEET	
	Liite 1. Lemminkäisen urakkarajaliite	
	Liite 2. Lemminkäisen aliurakkaohjelma	
	Liite 3. Lemminkäisen kosteudenhallintasuunnitelma	
	Liite 4. Lemminkäisen laadunvarmistusmatriisi	

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kerätä tietoa pölynhallinnasta ja valmiiden rakennusosien suojauksesta työmaolosuhteissa. Samalla tutkitaan pölynhallinnan ja valmiiden rakennusosien suojauksen toteutumista työmaakohteessa.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Lemminkäinen Talo Oy ja rakennuspäällikkö Aimo Paavola. Opinnäytetyön aihe nousi toimeksiantajan tarpeesta kehittää ja parantaa pölynhallintaa ja rakenteiden suojausta työmaalla. Aihe on tärkeä, sillä nykyään pyritään laadukkaaseen rakentamiseen sekä terveelliseen ja turvalliseen työympäristöön. Tehokas pölynhallinta ja valmiiden rakennusosien suojaus edesauttavat rakentamisvaatimusten toteutumisessa ja laadukkaan lopputuloksen saavuttamisessa.

Opinnäytetyö muodostuu kahdesta osasta. Teoriaosassa käsitellään pölynhallintaan ja valmiiden rakennusosien suojaukseen kohdistuvia rakentamismääräyksiä ja toimintaperiaatteita. Teoriaosuuteen kuuluvat myös uudisrakennuskohteiden yleisimpien pölytyyppien esittely sekä pölynhallintaan ja valmiiden rakennusosien suojaukseen liittyvät haasteet. Toisessa osassa käsitellään, kuinka pölynhallinta ja valmiiden rakennusosien suojaus on otettu huomioon työmaakohteen suunnittelu- ja toteutusvaiheessa, sekä sitä, miten suunnitelmat ja toteutus ovat kohdanneet.

Aihe on rajattu käsittelemään pölynhallintaa ja valmiiden rakennusosien suojausta uudisrakennuskohteiden ja erityisesti työmaakohteen näkökulmasta. Työmaakohde on Lemminkäisen Kouvolaan rakentama Mansikka-ahon koulu, joka korvaa vanhan homevaurioista kärsineen koulun. Uusi koulu rakennetaan puurakenteisena, ja koska kyseessä on julkinen kohde, pölynhallintaan ja valmiiden rakennusosien suojaukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Rakennus jaettiin kuuteen eri lohkoon, joista ensimmäistä aloitettiin rakentamaan keväällä 2013. Rakennuksen luovutus ja käyttöönotto ajoittuu keväälle 2014.

Opinnäytetyön aloitus ajoittui vuoden 2013 kesään, jolloin työskentelin työmaakohhteessa kesäsestärinä. Pölynhallintaa ja valmiiden rakennusosien suojausta tutkittiin perehtymällä toimeksiantajan velvoittamiin asiakirjoihin ja yleisiin pölynhallintaan ja valmiiden rakennusosien suojaukseen liittyvällä muulla teoriamateriaalilla. Näiden perusteella pyrittiin täyttämään opinnäytetyölle asetetut tavoitteet.

## 2 PÖLYNHALLINNAN JA VALMIIDEN RAKENNUSOSIEN SUOJAUKSEN EDELLYTYKSET

### 2.1 Lainsäädäntö

Rakentamista varten on koottu erilaisia lakeja ja määräyksiä ohjeistamaan rakentajaa. Ohjeistusten tarkoituksena on johdattaa rakentaja oikeisiin toimintaperiaatteisiin ja rakennustapoihin rakennustyömaalla ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin turvaamiseksi, mutta myös turvaamaan rakennuksen pitkäikäinen toimivuus. Pölynhallintaa ja valmiiden rakennusosien suojausta koskevia asiakirjoja ovat rakentamismääräyskokoelma, työturvallisuuslaki ja sisäilmastoluokitus 2008. Myös RT-kortit, rakennusten yleiset laatuvaatimukset ja urakkarajaliitteet ovat rakentamisen tukena.

#### 2.1.1 Rakentamismääräyskokoelma

Rakentamista koskevat ohjeet ja säännökset on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Se on lainsäädännöllinen ohje, joka velvoittaa rakentajaa noudattamaan lainmukaista menettelyä rakentamisessa. Rakentamismääräyskokoelman määräykset koskevat uuden rakennuksen rakentamista. Korjaus- ja muutostyössä rakentamismääräyskokoelman määräyksiä sovelletaan siltä osin, kuin rakennustoimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan käyttötapa edellyttää, ellei määräyksissä ole määrätty toisin. Määräysten soveltaminen on tarkoitettu joustavaksi, kun rakentamisessa huomioidaan rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet. (1.)

Rakentamismääräyskokoelman pölynhallintaa ja suojausta koskevat osat ovat yleinen osa, C-osa ja D-osa.

Yleinen osa sisältää rakentamisen valvontaa ja teknisiä tarkastuksia koskevia määräyksiä sekä rakennuksen suunnittelijaa ja suunnitelmia koskevia määräyksiä.

- A1 (2006) Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus
- A2 (2002) Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat, määräykset ja ohjeet

C-osassa käsitellään rakentamisen eristykseen liittyviä rakentamismääräyksiä.

- C2 (1998) kosteus, määräykset ja ohjeet

D-osassa käsitellään rakennusten sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa koskevia määräyksiä ja ohjeita.

- D2 (2010) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet
- D2 (2012) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet

Rakentamismääräyskokoelman määräykset perustuvat maankäyttö- ja rakennuslakiin (132/1999). (1.)

### 2.1.2 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslaki (2002/738) on säädetty parantamaan työympäristöä ja työolosuhteita, jotta työntekijöiden työkyky säilyisi, sekä ennaltaehkäisemään työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia haittavaikutuksia. (2.)

Jos työmaalla käytetään toisen yrityksen palveluksessa olevaa työvoimaa eli vuokratyötä, on ulkopuolisen työvoiman noudatettava työturvallisuuslain työnantajaa koskevia säännöksiä. Vuokratyön vastaanottajan on määritettävä riittävän tarkasti työn edellyttämät ammattitaitovaatimukset ja työn erityispiirteet. Työn vastaanottajan tulee myös ilmoittaa nämä vaatimukset ja erityispiirteet vuokratyöntekijän työnantajalle ennen töiden aloittamista. Työn vastaanottajan on kiinnitettävä erityistä huomiota työntekijän perehdyttämiseen työmaalla, jotta työntekijä on tietoinen vallitsevista työolosuhteista, työsuojelutoimenpiteistä, työterveydenhuollosta ja henkilökohtaisista suojausvälineiden käytöstä. (2.)

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta on asetettu seuraavia lakipykäläiä, jotka ovat merkittäviä rakennustyömaan pölynhallinnan ja valmiiden rakennusosien suojauksen kannalta (3.) :

- rakennustöiden turvallisuussuunnittelu 10 §

- rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelu 11 §
- purkujäte 50 § (3.)

### 2.1.3 Sisäilmastoluokitus 2008

Sisäilmastoluokitus 2008 on tehty käytettäväksi rakennus- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin apuna. Luokitusta on mahdollista käyttää uudisrakennuskohteiden lisäksi soveltuvien osin myös korjausrakentamiskohteissa. Luokitus antaa rakentajalle sisäilmaston tavoite- ja suunnitteluarvot rakentamisen tueksi. Luokitus on työn tukena rakennuttajille, suunnittelijoille, laitevalmistajille, urakoitsijoille ja käyttöhenkilöstölle. Rakennusselostuksen yhteydessä on mahdollista viitata luokitusasiakirjan sisältöön sisäilmastoa koskevan asian täsmentämiseksi. Sisäilmastoluokitus täydentää Suomen rakentamismääräyksiä, rakennustöitä koskevia yleisiä laatuvaatimuksia, rakennusselostusohjetta, LVI-selostusohjetta, urakkarajaliitteen, RT- ja LVI-ohjekortteja sekä muita rakentamiseen liittyviä asiakirjoja ja ohjeita. Sisäilmastoluokitus ei kuitenkaan kumoa viranomaissäännöksiä tai niistä julkaistuja tulkintoja. (4.)

#### Sisäilmastoluokat

Sisäilmasto on jaoteltu sisäilmastoluokitus 2008 mukaan kolmeen osaan, joita ovat luokat S1, S2 ja S3 . S1 eli yksilöllinen sisäilmastoluokka on näistä luokista vaativin, kun taas S3 eli tyydyttävä sisäilmastoluokka on heikoin, joka täyttää vain rakennusmääräysten vähimmäisvaatimukset. Sisäilmastolle asetetut yhteiset tavoitteet toimijoiden välillä ehkäisevät riitautumista ja samalla vähentävät terveyttä ja viihtyisyyttä vaarantavien ongelmien syntymisen. (4.)

Sisäilmastoluokituksen asettamat tavoitteet, vaatimukset ja ohjeet tulee ottaa huomioon rakennushankkeen kaikissa vaiheissa. Sisäilmaston tavoitearvot valitaan rakennuttajan ja suunnittelijoiden välisessä yhteistyössä. Tavoitearvot valintaan hankekohtaisesti käyttämällä kaikkia valitun luokan mukaisia arvoja, käyttämällä eri luokista tarpeen mukaisia arvoja tai valitsemalla halutuille ominaisuuksille erikseen harkitut arvot. Tavoitellun lopputuloksen saavuttamiseksi rakennuttajan ja suunnittelijoiden tulee olla vuorovaikutuksessa keskenään. Rakennuttajan tulee ohjata suunnittelua kirjaamalla sisäilmastotavoitteet selvästi kaikkien suunnittelijoiden nähtäväksi. Suunnittelijoiden tulee osaltaan huolehtia siitä, että valitut sisäilmastotavoitteet ja niiden perusteella

tehdyt suunnitteluratkaisut esitetään asiakirjoissa kuten piirustuksissa, työselostuksissa, urakkarajaliitteessä ja työmaan laatusuunnitelmassa. Pääsuunnittelijan tehtävänä on varmistaa, etteivät laaditut asiakirjat ja hankkeelle asetetut sisäilmastotavoitteet ole ristiriidassa keskenään. (4.)

S1-laatulokassa sisäilmasto on yksilöllinen. Sisäilman laatu on erittäin hyvä, eikä tiloissa ole havaittavia hajuhaittoja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa pinnoissa, tiloissa tai rakenteissa ei ole sellaisia epäpuhtauksia, jotka voisivat sisäilmaan joutuessaan heikentää ilmanlaatua. Lämpöolot ovat käyttäjälleen viihtyisät, eikä vetoa tai yllämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjällä on myös mahdollisuus hallita lämpöoloja yksilöllisesti. Tiloissa on myös käyttötarkoituksenmukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja valaistus on yksilöllisesti säädettävissä. (4;5.)

S2-laatulokassa sisäilmasto on hyvä. Sisäilmanlaatu on hyvä, eikä tiloissa ole häiritseviä hajuhaittoja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa pinnoissa, tiloissa tai rakenteissa ei ole sellaisia vaurioita tai epäpuhtauksia, jotka heikentäisivät ilman laatua. Lämpöolosuhteet ovat hyvät eikä vetoa yleensä esiinny, mutta kesäpäivinä yllämpeneminen on mahdollista. Tiloissa on käyttötarkoituksenmukaiset ääni- ja valaistusolosuhteet. (4;5.)

S3-laatulokassa sisäilmasto on tyydyttävä. Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. (4;5.)

Taulukko 1. Ilmanlaadun tavoitearvot (5.)

<b>Ilmanlaadun tavoitearvot</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
CO <sup>2</sup> -pitoisuus	750 ml/m <sup>3</sup>	900 ml/m <sup>3</sup>	1200 ml/m <sup>3</sup>
Radon-pitoisuus	100 Bq/m <sup>3</sup>	100 Bq/m <sup>3</sup>	200 Bq/m <sup>3</sup>
Olosuhteiden pysyvyys, asunto	90 %	80 %	

Pelkkien teknisten tavoitearvojen täyttäminen ei takaa tavoitteiden mukaista sisäilmaa, vaan niiden lisäksi tulee rakentamisessa huomioida S1- ja S2-luokan tiloille asetetut perusvaatimukset. Perusvaatimuksina on, että rakennus- ja IV-työt suoritetaan P1-puhtausluokituksen vaatimilla rakennustavoilla sekä käyttämällä rakennustyössä M1-

luokan rakennusmateriaaleja ja ilmanvaihtotuotteita, mutta myös laatimalla kosteudenhallintasuunnitelma ja toteuttamalla rakennustyöt sen vaatimalla tavalla. (4.)

#### Puhtausluokitus (P)

Rakennustöiden puhtausluokituksen tavoitteena on varmistaa rakennuksen tilojen puhtaus ja välitön käyttöönotto luovutuksen yhteydessä. Puhtausluokituksella varmistetaan myös, ettei rakennusaikaisia epäpuhtauksia kulkeudu sisäilmaan. (4.)

Rakennustöiden puhtausluokituksessa on esitetty tavoitteet tavanomaisten työ- ja asuintilojen puhtaudelle. Vaatimusten laajuus ja taso riippuvat aina siitä sisäilmastoluokasta, johon pyritään. Rakennushankkeen suunnitelmiin on mahdollista yhdistää useita puhtausluokituksia tai jättää jokin kohta määrittelemättä, mutta on tarkoituksenmukaista valita saman vyöhykkeen sisällä oleviin tiloihin aina sama puhtausluokitus. (4.)

Rakennustöiden puhtausluokitus jaotellaan kahteen luokkaan: P1 ja P2. P1-luokka käsittää työ- ja asuintilat, joissa pyritään sisäilmastoluokan S1 tai S2 mukaiseen hyvään sisäilmanlaatuun. Tällöin rakennukselle on määritelty tarkat sisäilmastovaatimukset. P2-luokka käsittää vain tilat, joissa pyritään sisäilmastoluokan S3 mukaiseen tyydyttävään sisäilmanlaatuun. Rakennukselle ei ole määritelty erityisiä sisäilmastovaatimuksia. (4;5.)

#### Puhtausluokitus P1:n vaatimukset

Ennen kuin ilmanvaihdon päätelaitteiden suojaukset voidaan poistaa ja toimintakokeet voidaan aloittaa, rakennuksen tulee olla puhdas. Tällöin pinnoilla ei saa esiintyä puu-, betoni- tai kipsipölyä, joka voi nousta ilmaan kosketuksen tai ilmavirtojen mukana. Tiloissa ei tule myöskään säilyttää rakennusmateriaaleja tai jätteitä, jotka vaikeuttavat pintojen puhdistamista. (4.)

Kun tiloista on poistettu epäpuhtaudet ja ylimääräiset rakennusmateriaalit, tiloissa voidaan tehdä vain pölyämättömiä töitä kuten paikkamaalauksia, alakattojen asennusta, ilmanvaihdon toimintakokeita, säätöä ja viritystä sekä loppusiivous. Luovutushetkellä ei tiloissa enää saa olla roskia, irtolikaa, kiinnittynyttä likaa tai tahroja. (4.)



Ennen toimintakokeita puhtauden toteutumista arvioidaan silmämääräisesti kaikilta rakennuspinnoilta. Pinnoilla oleva pölykertymä mitataan geeliteippimenetelmällä käyttäen suomalaisessa tutkimuksessa kehitettyjä viitearvoja. (4.)

Taulukko 2. Pölykertymän viitearvot puhtausluokassa P1 (5.)

<b>Tarkastusajankohta</b>	<b>Arvioitavat pinnat</b>	<b>Pölykertymä %</b>
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	Alakaton yläpuoli Pinnat yli 180 cm Pinnat alle 180cm	5 %
Ennen rakennuksen luovutusta	Pinnat yli 180 cm Pinnat alle 180 cm	1 %
	Lattiapinnat	3 %

Puhtausluokituksessa P2 ei ole määritelty pölykertymän viitearvoja.

#### Rakennusmateriaalien päästöluokitus (M)

Rakennusmateriaalien päästöluokitus jaetaan kolmeen luokkaan, joista M1 on paras. M1-merkintä kertoo tuotteen puolueettomasta testauksesta laboratorio-olosuhteissa ja siitä, että tuote on saavuttanut vakioiduissa testiolosuhteissa neljän viikon iässä sille asetetut tavoitteet. (6.)

Materiaalien päästöluokituksessa asetetaan vaatimuksia vain huoneilmaan kulkeutuville kemiallisille päästöille, jotka ovat lähtöisin rakennusmateriaaleista. Laastien, ta-  
soitteiden ja siloitteiden kaseiinittomuus on ainoa vaatimus tuotteen koostumukselle. (6.)

M-luokiteltujen tuotteiden käytössä tulee aina noudattaa valmistajan ohjeistusta. Tuotteita tulee käyttää vain valmistajien ohjeiden mukaisessa käyttötarkoituksessa ja tuotteelle asetetuissa olosuhteissa. (6.)

## 2.2 Rakennustyömaalla syntyvä pöly

### Yleistä

Rakennustyömaalla syntyy rakennuspölyä monessa eri hankkeen työvaiheessa niin uudisrakennus- kuin saneerauskohteissa. Uudisrakennuskohteissa pahimmat pölyongelmat syntyvät hionta- ja tasoitetoissa, piikkauksessa ja siivouksessa, kun taas saneerauskohteissa purkutyöt tuovat työmaalle suurimmat pölyongelmat. (7.)

Rakennustyömaalla syntyvä ja rakennukseen jäävä pöly aiheuttaa niin rakentajalle kuin rakennuksen käyttäjälle terveys- ja viihtyisyyshaittoja. Rakennukseen jäänyt pöly voi kulkeutua sisäilmankiertoon ja näin aiheuttaa terveyshaittoja myös pitkällä aikavälillä. Terveysten kannalta haitallisimpia rakennuspölyn muotoja ovat betoni-, kivi-, tiili- ja laastipöly, puupöly ja eristevillapöly. Näitä kaikkia pölyn muotoja tavataan niin uudisrakennus- kuin saneerauskohteissa. (7;8.)

### Betonipöly

Rakentamisessa syntyvästä pölystä suurin osa on kvartsipölyä sisältävää betonipölyä. Betonipölyä syntyy esimerkiksi piikkauksessa, hionnassa, tasoitetyössä, laikkaleikkauksessa, elementtiasennuksessa ja rakennussiivouksessa. (8;9.)

Uudisrakennuskohteissa pahimpia betonipölylle altistavia työvaiheita ovat hionta- ja piikkaustyöt. Vaikka hiotaan paikallispoistolla varustetuilla laitteilla, pöly- ja betonin sisältämän kvartin pitoisuudet ylittävät usein sille asetetut ohjearvot. Betonipölyn hienojakoisuuden vuoksi myös sen siivoustyö on hyvin pölyistä. Purkutyössä syntynyt jätte tulisi poistaa työmaalta Valtioneuvoston asettaman 50 § pykälän mukaisesti käyttäen roskakuiluja tai poistaen rakennusjäte työtilasta välittömästi pölyävän työvaiheen jälkeen. (9;3.)

Saneerauskohteissa betonipölylle altistavia työvaiheita ovat elementtiasennukset, laikkaleikkaus, levyjen, levysaumojen sekä lattioiden asennukset, kattojen ja seinien tasointi ja hionta. Talonrakennuksen purkutyöt ovat kuitenkin eniten betonipölylle altistavia työvaiheita. Mittausten mukaan pölypitoisuudet ovat olleet jopa kymmenkertaisia ohjearvoihin verrattuna: pölypitoisuus 80 mg/m<sup>3</sup> ja kvartsipitoisuus noin 3 mg/m<sup>3</sup>. (9.)

Betonipöly ärsyttää emäksisyytensä (pH 10-12) takia hengitysteitä ja ihoa. Betonipölyn sisältämä kvartsi on myös ihmisen terveydelle haitallista. Pitkäkestoisessa voimakkaassa altistumisessa se voi aiheuttaa pölykeuhkosairauden, silikoosin, joka voi johtaa keuhkosityöpään ja munuaissairauteen. Hyvä suojautuminen ja oikeaoppinen työmenetelmä on ensiarvoisen tärkeää betonia työstettäessä. (9.)

### Tasoitepöly

Tasoitepöly on tuttu näky niin uudisrakennus- kuin korjausrakennuskohteissa. Tasoitepölyä syntyy, kun seiniä, kattoja ja lattioita hiotaan tasaisiksi. Tasoitepölylle altistutaan myös valmistettaessa tasoitetta kuiva-aineista ja rakennussiivouksen yhteydessä, kun tasoitetyö on tehty. (8;9.)

Emäksisinä tasoitteet ja tasoitepöly ärsyttävät ihoa, silmiä ja hengitysteitä. Tämän vuoksi suojainten käyttö ja oikeat työmenetelmät ovat tärkeässä asemassa haittojen ehkäisemiseksi. Pölynhallinnan kannalta hiontatyötä tulisi minimoida ja hionnassa tulisi käyttää kohdepoistolla varustettuja työvälineitä. Hiontatyön yhteydessä myös rakennussiivousta tulisi lisätä, sillä tasoitepöly leviää helposti vaatteiden ja jalkineiden mukana muihin tiloihin. (8;9.)

### Eristevillapöly

Eristevilloja ovat lasivilla ja kivivilla. Kivivillan valmistuksessa käytetään pääasiallisesti emäksisiä kivilajeja, joilla villasta saadaan hyvin paloa kestävää ja helposti käsiteltävää. Lasivillan valmistuksessa käytetään sen sijaan kvartsihiekkää, soodaa ja kalkkikiveä, mutta nykyisin myös enenevässä määrin kierrätyslasiä. Rakennustyömaalla eristevillapölylle altistutaan sisätyövaiheissa, kun rakennuksen yläpohjaa tai seiniä villoitetaan. Pölyä syntyy varsinkin eristeiden leikkauksessa ja asennuksessa, puhallusvillan levityksessä ja siivoustyössä, mutta myös rakenteita purettaessa. Asennuksen aikaiset pöly- ja kuitupitoisuudet ovat kuitenkin yleensä selvästi alle ohjearvojen. (8;9.)

Mineraalivillaeisteitä irtautuvien kutujen paksuus on 3-6 µm, joista vain pieni osa kulkeutuu keuhkoihin. Suurimmat terveydelliset haittavaikutukset ovat ihon, silmien ja hengitysteiden ärsyyntyminen, joka pitkällä ajanjaksolla voi altistaa ylähengitysteiden tulehduksille. Eristevillatyössä tulee käyttää asianmukaisia suojavälineitä ja työ-

kentelymenetelmiä, jotta eristepölyn kulkeutuminen elimistöön ja muihin tiloihin estetään. (9.)

#### Kivi-, tiili- ja laastipöly

Kivi- ja tiilipölyä syntyy niin saneeraus kuin uudisrakennuskohteissa. Sille altistuvat niin rakennusmiehet, muurarit kuin siivoojatkin eri työvaiheissa. Kivi- ja tiilipölyn haitallisuus on suoraan verrannollinen pölyn sisältämään kvartsin pitoisuuksiin, joka tulee huomioida suurien pölyä muodostavien työvaiheiden suunnittelussa ja toteutuksessa. (9.)

Uudisrakennuskohteissa kivi-tiilipölylle suurimmassa alttiudessa ovat muurarit ja heidän apumiehensä. Pölylle altistumiseen tuo myös osansa muurauksessa käytettävä laasti, joka valmistetaan kuiva-aineksesta. Laastipöly leviää helposti ympäristöön ilmavirtojen mukana ja aiheuttaa näin myös alttiutta rakennustyömaan ympäristössä liikkuville ja siellä asuville ihmisille. (9.)

Saneerauskohteissa suurimpaan alttiuteen joutuvat purkutyötä tekevät rakennusmiehet. Rakennuspölylle altistutaan etenkin, jos puretaan piikkaamalla, lekalla hajottamalla tai sahaamalla. (9.)

Niin kivi- kuin tiilipölykin sisältää kvartsia, joka elimistöön kulkeutuessaan altistaa pölykeuhkosairauteen eli silikoosiin. Pitkällä aikavälillä kvartsipölyn on todettu altistavan myös syöpään. Laastipöly sen sijaan ärsyttää hengitysteitä, silmiä ja ihoa. Iholle joutunut laasti ärsyttää ja jopa syövyttää ihoa, koska sen pH voi olla 12-13, ja näin ollen on ihmisen terveydelle haitallista. (9.)

#### Puupöly

Suomessa sijaitsevilla rakennustyömailla käytetään yleensä kotimaisia puulajeja kuten kuusta, mäntyä ja koivua. Kovapuulajeja kuten tammea ja pyökkiä esiintyy rakennustyömailla parketti- ja kalusteasennusten yhteydessä. Puun työstössä ilmaan vapautuu pölyä, mutta myös puulajista ja rakennustuotteen valmistuksessa käytetyistä aineista jonkin verran tanniineja ja erilaisia hartsihappoja, jotka ovat ihmisen terveydelle haitallisia. (9.)

Rakennustyömaalla puupölyä esiintyy etenkin puun sahauksessa, työstössä ja hionnassa, ja sille altistuvat etenkin kirvesmiehet, mutta myös rakennussiivoajat. Sahauksessa syntyvä pöly on yleensä hyvin karkeaa, kun taas puuta hiottaessa syntyy erittäin hienojakoista puupölyä. Suurimmat puupölylle altistavat sisätyövaiheet ovat sisäpaneloinnit, listoitustyöt, puisten rakennusosien asennus- ja viimeistelytyöt sekä parkettiasennukset. Ulkotyövaiheessa sen sijaan puupölylle altistutaan eniten ulkoverhouspaneloinnissa ja mahdollisten puurakenteisen rakennusosien työstössä. (9.)

Rakennustyömailla myös lämpökäsiteltyjen puutuotteiden käyttö on lisääntymässä. Puun lämpökäsittely vaikuttaa merkittävästi puun haurastumiseen ja lisää täten työstettäessä hienojakoisen puupölyn määrää. Hienojakoinen pöly leviää helposti huoneilmaan ja kulkeutuu ilmavirtojen mukana myös muihin tiloihin aiheuttaen pitkänkin ajanjakson jälkeen haittoja työntekijöille. (9.)

Kotimaisten puiden työstöstä syntyvä pöly aiheuttaa lähinnä hengitysteiden ärsytystä. Puuta sahattaessa syntyvä karkeajakoinen pöly jää ylempiin hengitysteihin ja poistuu luonnollisia teitä pois elimistöstä, mutta hionnassa syntyvä hienojakoinen aines voi kulkeutua myös keuhkoihin. Lämpökäsitellyn puun työstössä syntyvä pöly aiheuttaa käsittelemättömän puun tapaan ihmisille hengitysteiden ärsytystä, mutta lämpökäsitellyn puupölyhiukkasten pitkänomaisuus, sälemäisyys tai rosoisuus voivat heikentää pölyn poistumista elimistöstä merkittävästi. Kovapuulajien työstössä syntyvä pöly sen sijaan on luokiteltu EU:ssa syöpävaaralliseksi. (9.)

## 2.3 Haasteet pölynhallinnassa ja valmiiden rakennusosien suojauksessa

### Pölynhallinta

Rakennustyömaan pölynhallinta on haastavaa ja aikaa vievää työtä. Uudistuneet lait ja asetukset tuovat uudet haasteet jo ennestään vaativalle työlle. Suurin haaste alati muuttuvassa rakennusympäristössä on tiedonpuute. Rakentamismääräyskokoelman määräykset, työturvallisuuslaki ja muut rakentamista koskevat asetukset ohjeistavat urakoitsijoita kiinnittämään huomiota pölyntorjuntaan, mutta harvoin kuitenkaan neuvotaan, miten haittoja voisi estää. Usein kyseenalaistetaan myös pölynhallinnan hyöty, sillä kustannusten nousu on väistämätöntä, kun hankitaan uusia laitteita ja osastoidaan rakennusosia. (14.)

Rakennuspöly on terveydelle haitallista, mikä näkyy rakennustyömaalla työskentelevien sairauspoissaoloina ja ennenaikaisesti eläkkeelle siirtymisenä. Pahimmassa tapauksessa pitkäaikainen rakennuspölylle altistuminen voi johtaa syövän kehittymiseen. Tämän vuoksi haasteen pölynhallintaan tuo myös henkilökohtaisten suojavarusteiden oikeaoppinen käyttö ja niiden käytön valvominen. (14.)

Taulukko 3. Ammattitaudit ja sairauslomat rakennustyömaalla (21.)

<b>Ammattitaudit ja ammattitautiepäilyt</b>					
<b>Tautiryhmä</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Ihotaudit	55	63	56	71	85
Muut taudit	24	35	46	53	54
Hengitystieallergiat	10	18	12	20	27
<b>Yhteensä</b>	<b>89</b>	<b>116</b>	<b>114</b>	<b>144</b>	<b>166</b>
<b>Keskimääräinen sairausloman pituus (päivä*)</b>					
<b>Ammatti</b>	<b>Sukupuoli</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Talonrakennustyö	Nainen	37,4	57,5	34,2	25,5
	Mies	76	63,1	69,6	67,6
* Laskettu päivärahapäivien määrä jaettuna alkaneiden sairauspäiväraha-kausien lukumäärällä					

Sairauspäivät eivät ole suoraan verrannollisia rakennuspölyn aiheuttamiin sairauslomiin, vaan mukana on myös rasitussairauksista johtuvia sairauspäiviä. Alle kolme päivää kestäneitä sairauspoissaoloja ei laskennassa ole otettu huomioon.

Yleinen työviihtyvyys tuo haastetta pölynhallinnalle ja sen onnistumiselle. Työmaan siisteys ja pölyttömyys on avaintekijä, sillä likaisella ja pölyisellä työmaalla työskenteleminen on epämiellyttävää.

#### Valmiiden rakennusosien suojaus

Sisätöiden ja ennen kaikkea viimeistelyrakenteiden suojaus tuo suuren haasteen rakennustyöhön. Etenkin puurakenteiset rakenneosat, kuten portaat ja kaiteet, tulee suojata hyvin niin kuljetuksen ja asennuksen aikana kuin asennuksen jälkeenkin. Puurakenteiset rakenneosat vaurioituvat helposti, joten suojaukseen tulee erityisesti panostaa. Vaurioituneita puuosia ei pystytä helposti korjaamaan, ja rakenteiden uudelleentilaus tuo aikataulullisia ongelmia sekä kustannuksellisia menetyksiä.

Ulkotyövaiheessa etenkin väribetonin käyttö sokkeleissa vaikeuttaa merkittävästi työmaan toimintaa, joten sokkelin suojaukseen tulee kiinnittää huomiota. Perustusvaiheen jälkeiset maanrakennustyöt voivat vahingoittaa sokkeliä, eikä sokkelin paikkaustyöllä ja maalauksella pysytä tilannetta korjaamaan, koska värieroja syntyy.

Valmiiden rakennusosien suojauksen kannalta suurimman haasteen tuo kosteuden hallitseminen ja sen pääsyn ehkäiseminen rakenteisiin. Rakennustarvikkeita säilytetään yleensä pihalla peitteiden alla, ennen kuin ne nostetaan rakennukseen sisään. Pitkäaikainen pihalla säilytys kuitenkin kerää rakennustarvikkeisiin kosteutta ja pahimmassa tapauksessa pilaa rakennusmateriaalin. Tämän vuoksi tarvikkeiden tilauksien ja niiden siirtämisen organisointi työpisteisiin tuottaa oman haasteensa.

Rakennuksen yleisaikataulu on yleensä laadittu nopealla aikataululla toteutettavaksi, jonka vuoksi pienetkin myöhästymiset tietyssä rakennusvaiheessa tuovat päällekkäisyyksiä rakentamiseen. Jos aikataulussa ei pystytä joustamaan, valmiit rakennusosat suojataan niin hyvin, etteivät ne pääse vaurioitumaan, jos tilassa tehdään muita rakennustöitä.

## 2.4 Pölynhallintamenetelmät

Uudisrakennuskohteiden työvaiheista eniten pölyä syntyy tasoitetyössä, betonin hionnassa ja piikkauksessa ja rakennusmateriaalien sahauksessa. Pölynhallintamenetelminä käytetään pölynhallinnan suunnittelua, työmenetelmiä, suojausta, osastointeja ja rakennussiivousta. Työmaan aikana rakennuksessa tarpeen vaatiessa myös mitataan pölykertymiä. (12.)

Pölynhallinnan huomioimista suunnitteluvaiheessa käsitellään tarkemmin työmaakohteen suunnitteluvaiheen tarkastelussa (luku 5).

### 2.4.1 Työmenetelmät

Ratu-kortissa 82-0240 käsitellään rakennustyömaan purkutyön oikeita pölynhallinnan työmenetelmiä. Ohjeistusta voidaan kuitenkin hyödyntää osaltaan myös uudisrakennuskohteiden rakennustöissä.

Työturvallisuuslaki 738/54 ja valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 edellyttävät, että purkutyöt ja muut rakennustyöt tehdään turvallisesti. Määräyksissä kehoitetaan myös estämään pölyn leviäminen ympäristöön ja poistamaan tarkoituksenmukaisilla toimenpiteillä. (12.)

Pölynpoisto, ympäristön suojaustapa ja henkilökohtaiset suojaimet tulee valita kohteen pölyhaittaa aiheuttavan toimenpiteen mukaisesti. Työntekijälle tai sen ympäristössä työskenteleville henkilöille ei saa aiheutua terveydellistä haittaa. (12.)

### Pölynpoistolaitteet

Pölynpoistolaitteet käsittävät imurit, kohdepoiston, alipaineistajat, keskussiivousjärjestelmän ja roskakuilut. Imurit ja kohdepoisto toimivat parhaiten pölynhallinnan kannalta pienissä rakennustoissa kuten hiomakoneiden yhteydessä tai sahoissa. Niissä kohdepoisto poistaa suurimmat työstä syntyvät rakennuspölyt välittömästi vähentäen rakennussiivouksen määrää. Alipaineistajia käytetään yleisesti, kun työtila osastoidaan ja pölyhaitat ovat suuria. Keskussiivousjärjestelmät ja roskakuilut ovat siivouksen ja tilojen pölynhallinnan kannalta tärkeitä apuvälineitä varsinkin, kun välimatkat rakennuksessa ovat pitkät.

### Imurit ja kohdepoisto

Työmaan siisteyden ja pölynhallinnan kannalta rakennussiivous tulisi suorittaa välittömästi pölyävän työvaiheen jälkeen. On suositeltavaa toistaa siivous päivän päätteeksi. Määräyksen mukaan sisä- ja ulkoharjojen käyttö rakennustyömaan siivouksessa on kiellettyä pölyn leviämisen vuoksi. Tämän takia on syytä kiinnittää huomiota imurin ominaisuuksiin ja soveltuvuuteen siivouksessa. Imurin tulee olla riittävän tehokas toimiakseen kohdepoistona ja imurin tulee olla varustettu HEPA-suodattimella, joka suodattaa pienimmätkin pölyhiukkaset. (10,11,12)





Kuva 1. Teollisuusimuri Scan Dust 2800 varustettuna HEPA-suodattimella, joka soveltuu kohdepoistoon (20.)

Hiontatyöt tulee aina suorittaa kohdepoistolla varustetuilla laitteilla (ks. kuva 1), sillä pölyntuotto on varsin runsasta ja pölypitoisuudet pääsevät helposti nousemaan ihmisen terveyden kannalta haitallisiin lukemiin. Tehokkaassa kohdepoistossa toimii parhaiten kolmiportainen järjestelmä. Kolmiportaisessa järjestelmässä on ensin esierotin, joka kerää suurimmat liat talteen. Tämän jälkeen esierottimen läpi kulkeutuneet hiukkaset kulkevat hienosuodattimen läpi, ja lopuksi HEPA-suodatin suodattaa pienimmätkin hiukkaset. Järjestelmää voi täydentää tehokkaalla ilmanpuhdistimella saavuttaakseen mahdollisimman pölyttömän työympäristön. (10;11;12.)

#### Alipaineistajat

Pölyn leviäminen puhtaisiin tiloihin pystytään helposti estämään ilmanpuhdistajilla ja alipaineistajilla yhdessä suojaseinien kanssa. Alipaineistuksessa tila (huone tai kerros) erotetaan muista tiloista sulkemalla ovet ja ikkunat ja tarvittaessa muut tilaan johtavat kulkutiet. Tämän jälkeen tilasta poistetaan ilmaa alipaineistajalla tai ilmanpuhdistajalla, jolloin tilaan muodostuu alipaine. Tilan korvausilma johdetaan hallitusti puhtaiden tilojen kautta, joten työtilassa ilma vaihtuu ja samalla puhdistuu. Alipaineistajan tai ilmanpuhdistimen kautta kulkeutuva likainen ilma tulee johtaa tiivistä, ehjää putkistoa pitkin pihalle jos mahdollista. Jos ilmaa ei pystytä johtamaan pihalle, alipaineistaja on varustettava HEPA-suodattimella (ks. kuva 2). Alipaineistuslaitteiston imuysikkö tulisi sijoittaa suojatun tilan ulkopuolelle, jotta laitteiston ilmankierto ei nosta pölyä työtilan ilmaan. Samalla myös ehkäistään imurin tarpeeton likaantuminen. (10;11;12.)

Alipaineistuksen yhteydessä tulee kuitenkin muistaa käyttää henkilökohtaisia hengityksensuojaimia, koska alipaineistus ei poista pölylle altistumista (11.)



Kuva 2. Pullman Ermator A600 -alipaineistaja varustettuna HEPA-suodattimella (20.)

### Keskussiivousjärjestelmä

Keskussiivousjärjestelmää voidaan käyttää rakennustyömaan siivouksessa, kohdepoistolaitteena ja pienenä alipaineistajana (ks. kuva 3). Järjestelmä on helppo siirtää ja koota jälleen toimintakuntoon. Keskussiivousjärjestelmän imuysikkö ja esierotin sijoitetaan rakennuksen alimpaan kerrokseen, esimerkiksi porraskäytävään. Imuysikköön kiinnitetään nousu- ja vaakaputket, jotka ovat yleisesti 76 mm halkaisijaltaan olevaa teräsrunkoa. Teräsrunko nostetaan kerrostanteen korkeuteen, josta se on käytettävissä mikrokytkimellä varustetulla imurasialla. Näin järjestelmää voidaan käyttää eri kerroksissa vain yhtä letkua siirtämällä. Kun imurasian kannen avaa, keskussiivousjärjestelmä on heti käytettävissä. (10.)



Kuva 3. Siirrettävä keskussiivousjärjestelmä, jossa imuysikkö ja esierotin erikseen (20.)

## Roskakuiilu

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuuden takaamiseksi on asetettu pykälä 50 purkujätteen siivouksesta. Asetuksessa kehoitetaan siirtämään turvallisesti tiilet, betonikappaleet ja purettaessa irtoavat muut rakenneosat pois työmaalta. Pölyävä aine on pudotettava alas riittävän tiiviitä putkia pitkin suojattuun tilaan tai suoraan ajoneuvoon taikka koottava ja vietävä pois säkeissä tai astioissa. (2;10.)

Roskakuiulut ovat helppo ja nopea tapa poistaa rakennusjäte ja pölyävä materiaali pois rakennuksesta varsinkin, jos rakennuksessa ei ole käytössä hissiä tai välimatkat ovat pitkät.

### 2.4.2 Osastointi

Osastointimenetelmässä pölyävä kohde tai työskentelytila eristetään muista tiloista suojaseinin, ovin tai tilapäisillä seinärakenteilla. Osastoinnissa pyritään käyttämään hyväksi rakennuksen olemassa olevaa huonejakoa tai osasto voidaan tehdä tilapäisillä seinärakenteilla. Kun tila on suljettu, se voidaan varustaa alipaineistajalla, jolla estetään pölyn leviäminen muihin tiloihin. Osastoidun tilan pölynpoistoa voidaan vielä tehostaa kohdepoistolla varustetuilla työvälineillä. (10;11;12.)

#### Asennustuet

Teleskooppiset asennustuet (ks. kuva 4) ovat helppo ja nopea tapa rakentaa osastoiva seinä. Osastoiva seinä nostetaan pystyyn osastointitukien avulla, jotka saadaan vedettyä haluttuun pituuteen ja kiristettyä kiertämällä. Samalla osastointiovien kiinnitys helpottuu, kun ovet saadaan pysymään tukevasti paikallaan käyttämättä teippausta. Asennustukia voidaan käyttää myös vaakatasossa, jotta esimerkiksi imurien letkut ja sähkökaapelit saadaan nostettua pois lattialta. Osastointitukia käyttämällä säästetään aikaa ja rahaa, koska osastoiva seinä pystytään helposti siirtämään uuteen työpisteseen ja puurakenteisen osastoinnin rakentamiseen ei tarvitse käyttää aikaa. (13.)



Kuva 4. Teleskooppiset asennustuet (13.)

#### Vetoketjuovet

Vetoketjuovi on tehokas keino hidastaa pölyn leviämistä puhtaasta ja pölyisen tilan välillä. Ammattikäyttöön tarkoitetut osastoivat ovet ovat yleisimmin käytettyä kevytmuovia paksumpaa ja vahvempaa muovia, ja niissä on laadukas vetoketju (ks. kuva 5). Tämä takaa niiden monimuotoisen ja pitkäkestoisen käytön myös seuraavilla työmailla. (13.)



Kuva 5. Vetoketjuovi pystytettynä asennustuilla (13.)

#### 2.4.3 Rakennusaikainen siivous

Rakennusaikainen siivous ja puhtaustaso määritellään rakennushankekohtaisesti. Urakoitsijoiden vastuu rakennusjätteen poistosta työmaalta ja sen lajittelusta määritellään aina urakka-asiakirjoissa. Jokaisen urakoitsijan tulee toimittaa työnsä aikana ja sen päätyttyä pakkauksista koitunut jäte ja ylimääräiset siisteystarvikkeet keräyspaikkoihin urakkasopimuksen mukaisesti. (11.)

Työnaikaisen siivouksen tulee olla jatkuvaa. On siivottava tarvittaessa useaan otteeseen työpäivän aikana varsinkin valmiiden tilojen ja runsaasti pölyhaittoja aiheuttavien työvaiheiden lähellä. Rakennuksen yleissiivouksesta vastaa pääurakoitsijan nimeämä tai muu urakka-asiakirjoissa merkitty taho. (11.)

Kuivaharjaus rakennustyömaalla on kiellettyä, sillä se nostattaa lattialle kerääntynyttä pölyä huoneilmaan ja näin aiheuttaa muihin tiloihin sekä rakennuksessa työskenteleville rakennustyömiehille pölyhaittoja. Tämän vuoksi irtoroskat tulee siivota lapiolla, lattialastalla tai imurilla. (11.)

#### 2.4.4 Työturvallisuus

##### Hengityssuojaimet

Kun terveydelle vaarallisia pölypitoisuuksia ei pystytä vähentämään riittävän alhaiselle tasolle teknisillä tai työjärjestelyihin liittyvillä toimilla, rakennustyömaalla ja työtehtävissä tulee käyttää hengityssuojaimia. Hengityssuojaimet suojaavat työntekijää vain silloin, kun ne on soveltuvat työtehtävään ja niitä käytetään oikein. Suojaimen käyttövelvollisuus kattaa kaikki rakennustyövaiheet, joista vapautuu ympäristöön ihmisen terveydelle haitallisia aineita. (15.)

Hengityssuojaimen valintaan rakennustyömaalla vaikuttaa mm. ilman happipitoisuus, pölyävän aineen vaarallisuus ja hiukkaskoko, työtilanteen hiukkasten määrä sekä työtehtävän laatu ja raskaus. Hengityssuojaimen valintaan vaikuttaa myös olennaisena osana hengityssuojaimen soveltuvuus työtehtävän vaatimuksiin. (15.)

##### Suodattavat hengityssuojaimet

Suodatinsuojaimet jaetaan kolmeen osaan: hiukkas- kaasu- tai yhdistelmäsuodattimella varustettuihin suojaimiin. Hiukkassuodattimet jaetaan edelleen kolmeen eri luokkaan. P1-luokan suodattimien hengitysvastus on pienin, kun taas P3-luokassa se on suurin. Hiukkassuodattimien värikoodina käytetään valkoista. (15.)

Kaasuilta ja höyryiltä suojaavat kaasusuodattimet jaetaan myös omiin luokkiinsa hiukkassuodattimien tavoin. Suodattimen kaasunsitomiskyky määrittelee, kuuluuko se

luokkaan 1, 2 vai 3 ja suodattimen tyyppi A, B, E ja K määrittelee, millaisilta kaasuilta ne suojaavat. (15.)

Yhdistelmäsuodattimella varustettu hengityssuojain sisältää sekä hiukkasetä kaasusuodattimen. Yhdistelmäsuodattimella varustettua suojainta voidaan käyttää, kun suojaudutaan pölyltä, kaasulta ja höyryiltä. Hiukkassuodatin on tässä uloimpana, ja se poistaa hengitettävästä ilmasta pölyn. (15.)

### Silmäsuojaimet

Silmien suojaus rakennustyömaalla on tärkeää ja välttämätöntä, sillä pienetkin silmävammat ovat epämiellyttäviä ja voivat aiheuttaa pysyvän näkökyvyn menetyksen. Silmiensuojaimia on tarjolla paljon ja monenlaisia, esim. naamiomallisia sekä sangallisia, ja siksi niiden valintaan tulee kiinnittää huomiota. Silmäsuojaimien valintaan vaikuttavat työn laatu ja vaativuus sekä silmäsuojaimien käyttäjän näkökyky. Sangallisissa silmäsuojaimissa tulee olla aina sivusuojaimet. (16.)

## 2.5 Valmiiden rakennusosien suojausmenetelmät ja säältä suojautuminen

Valmiiden rakennusosien suojausmenetelmissä käsitellään rakennusosien suojausta ja sääsuojausta. Rakennusosien suojaus käsittää eri rakennuspintojen suojauksen ja sitä koskevia toimintaperiaatteita. Sääsuojauksessa käsitellään rakennusaikaista suojausta niin rakennusmateriaalien kuin itse rakennuksen kosteudenhallinnan kannalta.

### Rakennusosien suojaus

Rakennuksen suojauksella tarkoitetaan rakennusosien ja tilojen suojausta sekä valmiiden pintojen, kalusteiden, laitteiden ja erityisesti rakennusmateriaalien suojaamista pölyä, likaa ja veden aiheuttamia vahinkoja vastaan. Rakenteiden suojauksessa voidaan käyttää mm. erilaisia muoveja ja peitteitä, aaltopahvia, kovalevyä, teräsohutlevyä, vanneria tai vaahtomuovia suojattavan kohteen mukaan. Suojausmateriaalien kiinnityksessä käytetään mm. niittejä, ruuveja, teippejä, kiinnitysliimoja ja nauvoja. Teippi tulee valita suojauksen käyttötarkoituksen mukaan, sillä teipin liima tarttuu helposti kiinni alustaan ja näin hankaloittaa suojausten irrotusta ja vaikeuttaa siivoustöitä. (11.)

## Lattioiden ja portaiden suojaus

Lattiat tulee suojata käytön rasittavuuden mukaan muoveilla, pahveilla tai kovalevyllä. Pahvit ja muovit kiinnitetään toisiinsa pakkaus- tai maalarinteipillä saumoista, niin ettei teippi ole kosketuksissa lattian päällysteeseen. Raskaimmin kuormitetut tilat tulee suojata kovalevyllä, jolla on korkeampi kulutusaste. Portaiden askelmat suojataan korkeata kulutusta kestäväällä materiaalilla kuten vanerilla. Suojausten kuntoa tulee valvoa säännöllisesti ja rikkoutuneet suojaukset vaihtaa uusiin. (11.)

## Kalusteiden suojaus

Kalusteet, varusteet ja laitteet suojataan muovikalvolla tai aaltopahvilla. Pöytätasojille tulee levittää pahvi ehkäisemään ennenäikaista kulutusta. Ikkunoiden ja ovien eteen tulee asentaa muovi sisärappausten ja tasoitetöiden ajaksi. (11.)

Valmiiden tilojen väliset ovet tulee sulkea tai lukita. Jos ovea ei ole, teipataan oviaukot muovin tai rakennuslevyn avulla umpeen, niin ettei pöly ja lika pääse kulkeutumaan valmiiseen tilaan. Jos suljettujen ovien kautta kuljetaan, oviaukko tulee varustaa muovikalvolla molemmin puolin tai käyttää vetoketjuovea. (11.)

Valmiit tilat voidaan myös eristää normaalista työtilasta ja työstä aiheutuvilta haitoilta tilapäisin suojaseinin. Tilapäiset suojaseinät voidaan rakentaa esimerkiksi puu- tai alumiinirunkoisina käyttäen seinämateriaalina vaneria, lastu- tai kipsilevyä tai kevyemmissä rakenteissa rakennusmuovia. Suojaustarpeen mukaan suojaseinien saumat ja liitokset tiivistetään teippaamalla, saumausmassalla tai listoilla. (11.)

## Julkisivun suojaukset

Julkisivujen suojaus riippuu tehtävästä työstä. Esimerkiksi maalaustyössä sokkelit, ikkunat ja ovet on hyvä suojata maaliroiskeilta muovilla, levyllä tai muulla suojausmateriaalilla. Jos ikkunoita tai ovia käytetään väliaikaisina kulkureitteinä tai roskakuilunaukkona karmit tulee suojata kunnolla, jotta ikkunan karmit eivät vaurioidu käytön aikana. Myös julkisivulle asennetut varusteet kuten tikkaat, valaisimet ja kyltit pitää suojata muovilla rakennustöiden ajaksi. (11.)

## Säältä suojautuminen

Rakennustyömaan rakenteiden tai rakennusosien suojausmenetelmän valintaan vaikuttaa rakennuksen sijainti, koko ja muoto sekä rakenteiden tai rakennusosien vaurioitumisherkkyys. Tuuliset paikat, kuten merenrannan läheisyys, tulee huomioida suojaustoimenpiteitä suunniteltaessa. Suunnittelussa pitää myös huomioida rakennuskohteen ja suojattavan alueen koko, sillä koon perusteella voidaan määrittää, pystytäänkö kohde suojaamaan kokonaan vai peitetäänkö rakennus osissa. (18.)

Suojausmenetelmän valintaan vaikuttaa myös, halutaanko rakennus tai sen osa suojata kosteudelta, lumelta vai joltain muulta sään rasitukselta. Sääsuojauksen tuenta ja kiinnitys tulee suunnitella suojauskaluston ohjeiden, sääolosuhteiden, vuodenajan ja työnaikaisen rasitusten edellyttämällä tavalla, sillä sääsuoja on alttiina tuulelle ja lumelle. (18.)

## Suojapeitteet

Suojapeitteitä käytetään rakennustyömaalla yleisesti väliaikaisina rakennusmateriaalien suojauksena tai muun suojausmenetelmän täydennyksenä, telinejärjestelmien kanssa seinien suojauksessa ja betonin routasuojauksena. Ne kestävät hyvin sään ja vuodenaikojen rasitukset ja läpäisevät huonosti auringon valoa. Peitteiden liepeet on varustettu reunavahvistetuilla renkailla, jotka helpottavat suojapeitteiden kiinnitystä. Suojapeitteiden kunto on kuitenkin tarkistettava säännöllisesti, ja peitettä rasittavat tekijät tulee poistaa peitteiden päältä rikkoutumisen ehkäisemiseksi. Jos peite on rikkoutunut, se on korvattava uudella. (17;18.)

Peitteiden valmistusmateriaalina käytetään polyesteri- ja verkkokangasta, PVC-päällysteistä tekokuitukangasta tai polyeteenimuovia. Peitteen valinnassa tulee kiinnittää huomiota sen käyttötarkoitukseen ja soveltuvuuteen kohteen suojauksessa. Valinnassa tulee myös huomioida peitettävän rakennusmateriaalin tai kohteen koko. Suuren peitteiden koko vähentää saumojen määrää ja sitä kautta kosteuden kulkeutumista rakenteisiin. (17.)



## Julkisivusuojat

Julkisivusuojia ovat pystysuojat ja telinekatot. Julkisivusuojia käytetään rakennuksen seinien tai koko rakennuksen työnaikaiseen suojaukseen kosteudelta tai muilta säärasituksilta. (17;18.)

Julkisivusuojan valintaan vaikuttaa telinejärjestelmän soveltuvuus suojaukseen sekä suojaukseen kohdistuvat rasitukset kuten lumi- ja tuulikuormat. Peitteeseen tulee suunnitella tavaransiirtoa ja kulkua varten aukkokohtat, jotka voidaan varustaa esimerkiksi painikekiinnikkeillä. Muutoin suojapeitteiden saumat tiivistetään huolellisesti ja varmistetaan niiden kiinnitys säännöllisesti, jotta vältetään kosteuden kulkeutumiselta suojauksen läpi. Myös telineiden ankkurointia ja tuentaa tulee seurata säännöllisesti. (17.)

## Sääsuojat

Sääsuojia käytetään rakennuksen tai sen osan tilapäiseen suojaukseen sateelta, lumelta ja jäältä sekä tuulelta. Samanaikaisesti sääsuoja antaa mahdollisuuden helpompaan ja turvallisempaan työskentelyyn katolla tai avonaisen rakennuksen sisätiloissa. Sääsuojat mahdollistavat myös ympärivuotisen rakentamisen, eivätkä sää tai muut ilmastorasitteet vaikuta aikataulussa pysymiseen. Sääsuojaa on mahdollista käyttää rakennuksen koko huputuksen sijasta myös lohkoissa, mikä on kustannustenkin kannalta järkevää. Myös pienemmät työkohteet, joissa koko rakennuksen huputus ei ole tarpeen on mahdollista toteuttaa sääsuojuksen avulla. (18.)

Sääsuojat ovat teräs- tai alumiinirunkoisia työmaalla kasattavia suojatiloja, joiden katemateriaalina käytetään PVC-päällysteistä, itsesammuvaa tekokuitukangasta tai kevytmuovia. Sääsuojia on olemassa moneen eri käyttötarkoitukseen, on rakennusminkä muotoinen tai kokoinen tahansa. Sääsuojien moduulirungot ovat yleensä 6 m pitkiä, mutta niitä on saatavilla myös lyhyempinä. Suojien leveys on säädettävissä vaatimuksista riippuen aina 45 metriin asti. Käsillä liikuteltavat sääsuojat painavat yleensä alle 300 kg, ja liikuttamisen avuksi on niihin mahdollista asentaa pyörästöt. Koneellisesti siirrettävät sääsuojat puretaan ja siirretään aina moduuleittain, joten ne on helppo yhdistää myös suuremmiksi kokonaisuuksiksi. (17)

## 2.6 Lemminkäisen toimintamalli

Lemminkäisen konsernin perustehtävä on rakentaa toimivia, turvallisia ja terveellisiä olosuhteita asumiseen, työnteekoon ja liikkumiseen. Tehtävän edellytyksenä on kehittää rakentamista luotettavasti ja vastuullisesti huomioiden mahdollisimman hyvin toiminnan suorat ja välilliset vaikutukset ympäröivään yhteiskuntaan. Olennaisena osana vastuullisuutta on huomioida päivittäisessä toiminnassa rakentamisen energia- ja materiaalitehokkuus, työturvallisuus ja hyvän liiketavan periaatteet. (19.)

Vastuun konsernin ympäristö- ja työturvallisuusasioista ottaa näistä asioista vastaava johtoryhmän jäsen ja toimialatasolla ympäristö- ja/tai laatupäällikkö. Ympäristö- ja turvallisuusjohtajan tehtävänä on koordinoida toimintaa toimialatasolla. (19.)

### Työturvallisuus

Työturvallisuus on Lemminkäisen toiminnan ydin. Jotta sitä pystytään parantamaan, jokaisen tulee sitoutua yhteisiin tavoitteisiin ja toimintaperiaatteisiin. Tapaturmataajuuden kehitystä seurataan säännöllisesti konsernin johtoryhmässä ja aiheesta raportoidaan myös Lemminkäisen hallitukselle. Toimialojen johtoryhmät seuraavat työturvallisuusasioita jatkuvasti, ja jos vakavia tapaturmia on sattunut, ne käsitellään johtoryhmien kokouksissa. Tapaturmien ja niihin johtaneiden syiden analysoinnilla pyritään aina parantamaan toimintaa turvallisemmaksi. Tapaturmariskien välttämiseksi Lemminkäisen työntekijöille järjestetään myös tarvittaessa työturvallisuuskoulutuksia. Henkilöstölle on myös suunnattu LEKA- ja PAKKI- koulutuskokonaisuuksia, jossa työturvallisuus on osana. (19)

Henkilökohtaisten suojavarusteiden käyttö on Lemminkäisen työmailla aina pakollista. Näihin suojavarusteisiin kuuluvat mm. kypärä, turvakengät, työasut ja suojalasit (ks. kuva 6). Tämä sääntö ei koske vain Lemminkäisen työntekijöitä vaan myös työmailla työskenteleviä urakoitsijoita. (19.)



Kuva 6. Lemminkäisen työssä käytettävät suojavarusteet

### 3 TYÖMAAKOHDE

Opinnäytetyöni toinen osa perustuu todelliseen työmaakohteeseen, jonka pohjalta pölynhallintaa ja valmiiden rakennusosien suojausta tarkastellaan.

Työmaakohteena on Kouvolassa sijaitseva Mansikka-ahon koulu, joka rakennetaan vanhan, homevaurioista kärsineen koulun tilalle. Uusi koulu rakennetaan puurakenteisena paikan päällä käyttäen kantavissa seinissä ja välipohjissa puurakenteisia elementtejä. Väestösuoja ja perustukset rakennetaan betonista. Rakennus jaettiin kuuteen eri lohkoon, joista ensimmäistä päästiin rakentamaan keväällä 2013.

Rakennuskohteen tilaaja on Kouvolan kaupunki. Pääarkkitehtina toimii Timo Koljonen Linja arkkitehdit Oy:stä ja pääurakoitsijana Lemminkäinen Talo Oy. Hankkeen rakentaminen aloitettiin marraskuussa 2012 ja sen valmistumisajankohdaksi on asetettu huhtikuu 2014. Koulu on laajuudeltaan 6 500 kerrosneliömetriä, joka käsittää opetustilat 600 oppilaalle.

## 4 TYÖMAAKOHTEN SUUNNITTELUVAIHEEN TARKASTELU

### 4.1 Pölynhallinta

Suunnitteluvaiheessa rakennukselle määritettiin sisäilmastoluokka S2 eli hyvä sisäilmasto. Se tarkoittaa, että rakennuksessa ei saa esiintyä häiritseviä hajuhaittoja eikä sisäilmastoon yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa saa olla sellaisia epäpuhtauksia, jotka heikentävät sisäilmastoa. Samalla rakennukselle määritettiin puhtausluokka P1 ja rakennusmateriaalien päästöluokka M1. Puhtausluokan P1 mukaan rakennuksen tulee olla puhdas ennen ilmanvaihdon päätelaitteiden suojausten poistoa ja toimintakokeiden alkua. Tästä on myös merkintä LVI-suunnitelmassa, joka käsittelee puhtausluokkaosastoitujen tilojen siivousta. Ohjeessa määritellään, ettei pinnoilla saa esiintyä rakentamisesta johtuneita epäpuhtauksia esimerkiksi puu- kipsi- tai betonipölyä, jotka voivat kulkeutua ilmaan kosketuksesta tai ilmavirtojen mukana. Tällöin tulee myös huomioida, ettei tiloissa tehdä toimintakokeiden jälkeen enää pölyä aiheuttavia työvaiheita. Ennen toimintakokeiden aloitusta tulee tilojen siisteys arvioida silmämääräisesti kaikilta pinnoilta ja suorittaa pölymittaukset puhtauden varmistamiseksi. (4.)

Varsinaista pölynhallintasuunnitelmaa työmaalle ei ollut tehty, vaan tarkoitus oli suorittaa pölyävät työvaiheet niin, ettei niistä koidu haittaa työntekijöille tai muille työvaiheille ja jotta puhtausluokka P1 pystytään saavuttamaan. Työmaan aikataulu ja rakennusvaiheiden työjärjestyksen suunnittelu on pyritty toteuttamaan niin, etteivät pölyiset työvaiheet, kuten tasoitetyöt, aiheuta viimeistelytoille pölyhaittoja rakennusaikana. Pääurakoitsijan tulee myös valvoa, että puhtaanapito työmaalla on säännöllistä ja työvälineet ja työmenetelmät ovat asianmukaisia.

#### Urakkarajaliite

Työmaata koskevassa urakkarajaliitteessä on määritetty pölynhallinnan kannalta määräykset rakennustoiminnasta johtuville vaaroille työmaalla ja lähiympäristössä (kohta 3.6) sekä määräykset pölyn leviämisen estämiselle (kohta 3.9).

Kohdassa 3.6 on määrätty, että varsinaisessa rakentamisvaiheessa pölyn leviäminen tulee estää riittävällä siivouksella ja tarvittaessa pölyävät tilat tulee eristää. (Liite 1.)

Kohdassa 3.9 on määrätty, että runsaasti pölyä aiheuttavissa työvaiheissa, kuten piikkauksessa ja porauksessa sekä betoni- ja tasoitepintojen hionnassa ja siivouksessa, tulee käyttää kohdepoistolla varustettuja laitteita. Purkujätteet tulee poistaa rakennuksesta katetulle lavalla käyttämällä umpinaisia poistoputkia tai suljettuja astioita. Pölyn leviäminen työkohteen ulkopuolelle on myös estettävä tehokkaasti. Pääurakoitsijan tulee myös huolehtia, että siivoustyö suoritetaan päivittäin ja riittävällä laajuudella käyttäen työhön soveltuvia työvälineitä. Harjasiivous on työmaalla kielletty. Siivouksessa tulee käyttää hienosuodattimella varustettuja korkeapaineimureita tai keskuspölynimuria. (Liite 1.)

#### Aliurakkaohjelma

Lemminkäisen laatimassa aliurakoiden urakkaohjelmassa on määritetty ohjeet siivoukselle ja rakennusjätteiden lajittelulle. Aliurakoitsija on velvollinen huolehtimaan urakkaansa kuuluvasta siivousvelvollisuudesta mm. siten, että urakka-alueen siisteys täyttää työturvallisuudelle asetetut vaatimukset. Jos aliurakoitsija ei täytä vaatimusta tai korjaa virhettään viipymättä tilaajan tästä kirjallisesti huomautettua, langetetaan tästä sopimussakko kutakin laiminlyöntiä kohtaan. (Liite 2.)

Aliurakkaohjelmassa on myös asetettu ohjeistus ympäristönsuojelulle. Ohjeistuksessa urakoitsijaa velvoittaa tilaajan antamien määräysten ja ympäristönsuojelun varmistamisen noudattamista. Urakoitsijan tulee huolehtia omien toimitustensa työnaikaisesta ympäristönsuojelusta ja sen riittävydestä. Jos urakoitsija vaurioittaa tai likaa omilla toimillaan ympäristöä tai rakennuskohteen rakenteita, se on velvollinen puhdistamaan ja korjaamaan rakenteisiin tai ympäristöön kohdistuneet vauriot alkuperäiseen kuntoon. Lisäksi urakoitsijan tulee huolehtia materiaalien tehokkaasta käytöstä, melun, pölyn ja hajuhaittojen sekä materiaalihukan torjumisesta, ja energian ja veden sääste-  
liäästä käytöstä. (Liite 2.)

#### Aluesuunnitelma

Aluesuunnitelmassa on huomioitu pölynhallinta määrittelemällä jätelavoille alue, josta ne ovat helposti saavutettavissa ja josta pöly ei pääse aiheuttamaan ympäristölle haittavaikutuksia.

## 4.2 Valmiiden rakennusosien suojaus

Kohteen rakenteellisen vaativuuden vuoksi suojauksien suunnitteluun on panostettu eniten. Rakennuksen ollessa puurakenteinen ja rakennustyön aloitusvaiheen sääolosuhteet huomioon ottaen oli rakennuksen ja työn etenemisen kannalta järkevin vaihtoehto suorittaa rakennustyöt käyttämällä sääsuojausta (huputus). Putoamissuojaussuunnitelmassa tuli huomioida sääsuojatyöt ja niiden asianmukainen toteutus ja turvallisuusvälineiden asianmukainen käyttö huputusta purettaessa ja kasattaessa.

### Kosteudenhallintasuunnitelma

Työmaalle laadittiin myös kosteudenhallintasuunnitelma, jossa tarkastellaan kohdekohtaisesti, miten suojaukset tulee tehdä, jotta kosteuden leviämistä pystytään ehkäisemään ja valmiit rakennusmateriaalit saadaan suojattua.

Kosteudenhallintasuunnitelman kohdassa 1.4 käsitellään julkisivun suojausta. Seinä- ja lattiaelementit tulee suojata kuljetuksen, asennuksen ja varastoinnin aikana. Erityistä huomiota tulee kiinnittää elementtien asennusvaiheessa, jolloin villoitetut elementit ovat alttiita kastumiselle aiheuttaen mahdollisia mikrobivaurioita. Myös ikkuna-aukot on suojattava tiiviisti, jotta viistosade ei pääse vaurioittamaan seinärakenteita. (Liite 3.)

Kosteudenhallintasuunnitelman kohdassa 1.5 on määritetty yläpohjaa ja vesikattoa koskevia määräyksiä. Vaikka rakennustyöt suoritetaan sääsuojan alla, rakennustyössä pitää varmistaa, ettei kosteus pääse kulkeutumaan lämpöeristeisiin työn aikana. Keskeneneräiseksi jääneet rakenteet täytyy suojata myös kastumiselta. (Liite 3.)

Kohdassa 3.1 on asetettu ohjeet rungon, materiaalien ja keskeneräisten rakenteiden kastumisen estämiseksi ja suojaukseksi. Elementtien saumat ja yläpuolisen holvin aukot täytyy tiivistää mahdollisimman pian. Tarvittaessa on varmistettava, että ulkoseinien aukot on suojattu suojapeitteillä. Materiaalien kastumisen ehkäisemiseksi on sovitettava toimitusten oikea-aikaisuus ja edellytetään kuljetuksen aikaista suojausta. Materiaalien varastointialueet ja suojausmenetelmät pitää suunnitella riittävän aikaisin käyttäen valmistajan antamia ohjeita varastoinnista. Keskenenäiset rakenteet kuten ulkoseinien villoitukset ja kevytelementit täytyy suojata laskemalla esimerkiksi vesikattolta pressuhuputus seinän suojaksi. (Liite 3.)

## Laatusuunnitelma

Hankkeen urakkaohjelmassa on määrätty kunkin urakoitsijan tehtäväksi työmaata koskeva laatusuunnitelma kahden viikon kuluessa urakkasopimuksen allekirjoittamisesta. Laatusuunnitelmalla tulee osoittaa varmistavansa rakentamisen suunnitelman mukaisen sekä säännökset ja määräykset ja hyvän rakennustavan täyttävän lopputuloksen. Laatusuunnitelmaa pitää täydentää koko hankkeen kulun ajan. (Liite 2.)

Laatusuunnitelman suojausta käsittelevässä osassa määritetään, että urakoitsijan tulee kustannuksellaan suojata omien toimitustensa lisäksi ympäröivät valmiit rakenteet työnaikaiselta vaurioitumiselta ja likaantumiselta ja vastata suojauksen riittävydestä. Jos urakoitsija vaurioittaa tai likaa valmiita rakenteita, se on velvollinen puhdistamaan ja korjaamaan rakenteet ennen vaurioitumista edeltäneeseen kuntoon. (Liite 2.)

Laatusuunnitelmassa on myös ohjeistus urakoitsijan ja tilaajan laadunvalvonnalle, joka on laatusuunnitelmien toteutumisen kannalta tärkeää.

Urakoitsijan on valvottava oman ja aliurakoitsijoidensa työnjohdon ja työvoiman osaamista ja työsuoritusta sekä työtuloksen vaatimustenmukaisuutta. Erityistä huomiota on kiinnitettävä työvaiheiden oikeaan ajoitukseen ja työsuoritusten laatuun. Urakoitsijan on valvottava hankintojen ja aliurakoitsijoiden rakennusvaiheiden kelvollisuutta ja työsuoritusta, jotta sopimuksen mukainen laatu kaikilta osin saavutetaan. (Liite 2.)

Rakennuttaja ja tilaaja valvovat rakentamista, materiaalien ja työn laatua omalta osaltaan. Jos havaitaan puutteita, urakoitsijan pitää korjata virheet välittömästi ilman, että tilaajalle aiheutuu tästä viivästyksiä tai lisäkustannuksia. Tilaajan, suunnittelijoiden tai rakennuttajan laadunvalvonta ei kuitenkaan vähennä urakoitsijan vastuuta miltei osin. (Liite 2.)

Laatusuunnitelma käsittää myös työmaalla tehtävät tarkastukset ja katselmukset. Urakoitsija vastaa siitä, että kaikki tarvittavat ja pidettäväksi määrätty tarkastukset tulevat pidetyiksi. Erityisesti urakoitsijan vastuulle jää peittyvien rakenteiden tarkastaminen. Tarkastuksista tulee ilmoittaa hyvissä ajoin tilaajalle, jotta heillä on mahdollisuus osallistua tarkastukseen. (Liite 2.)

## Laadunvarmistusmatriisi

Laatusuunnitelman ja laadunvalvonnan tueksi työmaalle laadittiin laadunvarmistusmatriisi. Laadunvarmistusmatriisia käsitellään työmaalla tapauskohtaisesti huomioi-  
den vähintään riskianalyysiin kirjatut erityisvalvottavat työt. (Liite 4.)

### 4.3 Työturvallisuus

Työmaan työturvallisuutta suunniteltaessa hankkeelle määrättiin työturvallisuusvas-  
taava, jonka tehtävänä on valvoa työmaan työturvallisuutta ja informoida työntekijöitä  
työturvallisuusriskeistä. Työturvallisuusvastaavan pitää myös huolehtia, että työturval-  
lisuusasiakirjan määräyksiä noudatetaan. Jos työmaalla työskentelevä taho rikkoo so-  
pimusehtoja, työturvallisuusvastaavan on huomautettava henkilöä suullisesti. Toistu-  
vista rikkomuksista tulee langettaa sopimusrikkomusta koskeva sakkorangaistus tai  
poistaa henkilö työmaalta välittömästi.

Työmaan työturvallisuussuunnittelussa on määrätty työmaalla tehtäväksi viikoittain  
TR- mittauksia, joilla pystytään seuraamaan ja arvioimaan työmaan siisteyttä, tapa-  
turmariskejä ja työmaalla työskentelevien rakennusmiesten henkilökohtaisten suojava-  
rusteiden asianmukaista käyttöä. Jos TR- mittauksessa on huomataan puutteita, ne pi-  
tää korjata viipymättä.

Työturvallisuuden suunnittelussa on otettu huomioon henkilöstön perehdyttäminen  
työhön. Pää toteuttajan määräämän tahon eli työmaan johdon on huolehdittava, että  
kaikki työmaalla työskentelevät henkilöt on perehdytetty ja heitä on informoitu riittä-  
vän tarkasti työmaan työturvallisuuteen liittyvissä asioissa ja he ovat tutustuneet työ-  
turvallisuusasiakirjan sisältöön. Perehdytyksen päätteeksi työntekijä sitoutuu toimi-  
maan ohjeiden ja määräysten mukaan kuittaamalla asiaan kuuluvan lomakkeen.

Lemminkäisen omassa työturvallisuusohjeistuksessa on määrätty ohjeet henkilökoh-  
taisten suojavarusteiden käytöstä työmaalla. Jokaisen rakennustyömaalla työskentele-  
vän on käytettävä henkilökohtaisina suojavälineinään kypärää, turvakengkiä, heijasta-  
via työvaatteita, viiltosuojakäsineitä ja suojalaseja kaikissa olosuhteissa. Pääurakoitsi-  
ja on velvollinen varaamaan pölyäviä työvaiheita varten asianmukaiset hengitys-  
suojaime, jotka soveltuvat työhön. Pääurakoitsijan pitää myös valvoa säännöllisesti,



että työvälineet ja työmenetelmät ovat asianmukaisia ja käyttötarkoitukseen soveltuvia.

#### 4.4 Kustannusten hallinta

Pölynhallinnalle ei ole varsinaisesti määritetty kustannuksia suunnitteluvaiheessa, vaan pölynhallintatoimenpiteet ovat sisällytetty muihin kustannuseriin, kuten työvälineisiin ja tarvikkeisiin. Näille on asetetut omat ”litterat” ja niiden tavoitteelliset kustannukset työn toteutumiselle.

Valmiiden pintojen suojaukselle ei ole myöskään määritetty omaa kustannustavoitetta paitsi sääsuojaukselle. Muuten rakennusaikainen suojaus ja suojaustarpeet on litteroitu rakennustarvikkeiden alle. Sääsuojaukselle on asetettu oletetun tavoiteaikataulun mukaiset tavoitekustannukset.

Taulukko 4. Sääsuojan kustannusten arvioitu toteutuminen

<b>Sääsuojauksen vaiheet</b>	<b>Vuokra-aika</b>	<b>Hinta €</b>
Sääsuoja		70000
Sääsuojauksen kasaus		50000
Sääsuojauksen purku		50000
Vuokra	60 päivää	60000
	<b>Yhteensä</b>	<b>230000</b>

Sääsuojan tavoitteelliseksi kustannukseksi arvioitiin 230 000€ lohkojen 1-4 osalta.

## 5 TYÖMAAKOHTTEEN TOTEUTUSVAIHEEN TARKASTELU

### 5.1 Pölynhallinta

Työmaan rakennusaikaisen pölynhallinnan lähtökohtana oli toteuttaa hanke suunnitteluvaiheessa rakennukselle asetettujen ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti ja niin, ettei pölystä koidu ympäristöhaittoja lähialueen asukkaille. Toteutumisen varmistamiseksi työmaan rakennusvaiheiden työjärjestys on toteutettu siten, ettei työmaan viimeistelytyöt ja pölyiset työvaiheet kuten tasoitetyöt toteudu päällekkäin.

## Ulkotyöt

Rakennustyön aloitusvaiheessa työmaan varastointialueet, jätelavojen säilytyspisteet ja kulkureitit toteutettiin aluesuunnitelman mukaisesti. Jätelavat sijoitettiin lähelle kulkuteitä, josta ne on helposti saavutettavissa niin rakennuksen siivouksen kuin jätteen poiskuljetuksen kannalta. Rakennusalueelle rakennettiin aluesuunnitelmaan merkitty sirkkelikatos, jonka kulkuaukot pystytettiin tarvittaessa sulkemaan pölyn leviämisen estämiseksi. Sirkkelikatosta pyrittiin käyttämään aina kun puumateriaalin käsittely suoritettiin lähellä katoksen sijaintia. Muissa rakentamisvaiheissa kuten ulkoverhouspaneloinnissa käytettiin pölynkerääjällä varustettua kaappasirkkeliä, joka oli helppo siirtää työpisteen mukana seuraavaan työvaiheeseen. Muissa rakennustöissä kuten vesikaton raakapontin asennuksessa ja sahauksessa käytettiin moottorisahaa.

## Sisätyöt

Sisätyövaiheessa pölyn leviäminen estettiin käyttämällä työhön soveltuvia työvälineitä ja tarvittaessa eristämään tila muista työvaiheista. Betonin sahaustyöt ja poraukset suoritettiin käyttämällä vesileikkuria ja timanttiporaa. Työn tuli suorittamaan aina betonin työstöön erikoistunut yritys, jotta työ tuli suoritettua oikeilla työmenetelmillä ja laitteilla. Betonin hiontatyöt suoritettiin käyttämällä kohdepoistolla varustettua hio-makonetta ja hengityssuojaimena erillisellä puhallinmoottorilla varustettua kasvonsuojainta. Näin pystyttiin varmistamaan, ettei pöly leviä ympäristöön eikä aiheuta työtä tekevälle työmiehelle terveydellisiä pölyhaittoja.

Puun työstö sisätiloissa toteutettiin käyttämällä pölynkerääjällä varustettua kaappasirkkeliä tai kuviosahaa sahaustarpeen mukaan. Sahauspisteet rajattiin alueelle, josta puupöly ei pääse leviämään muihin tiloihin aiheuttaen pölyhaittoja muille työvaiheille.

Tasoite ja saneerauslaasti muovattiin työmaalla tasoite- ja laatoitustyön välittömässä läheisyydessä. Työstöpiste valittiin alueelle, josta kuiva-aineesta syntynyt pöly ja sen kulkeutuminen muihin tiloihin pystytään estämään.

Tasoitetyöt tiloissa suoritettiin työjärjestyksessä väliseinärakenteiden valmistumisen jälkeen. Ennen tasoitetoita tilat pyrittiin rakentamaan mahdollisimman valmiiksi, jotta paikkauskierrosta ei tarvitsisi tehdä. Tasoitettujen seinäpintojen oikaisemisessa käytettiin hiomapaperilla varustettua pitkävärtistä lastaa sen ulottuvuuden vuoksi. Tarvitta-

essa tilan kulkuaukot suojattiin muovilla, jotta pöly ei pääse leviämään muihin tiloihin.

LVI-laitteiden asennuksen aikaisesta suojauksesta vastasi työmaalla LVI-urakointia suorittava Quatroservices Oy. Ilmastointikanavien päät suojattiin muovilla tai kana-vaan sopivalla kannella aina, kun työ keskeytyi. Näin pystyttiin varmistamaan, ettei pölyä kulkeudu ilmastointikanavan sisään rakennusvaiheessa.

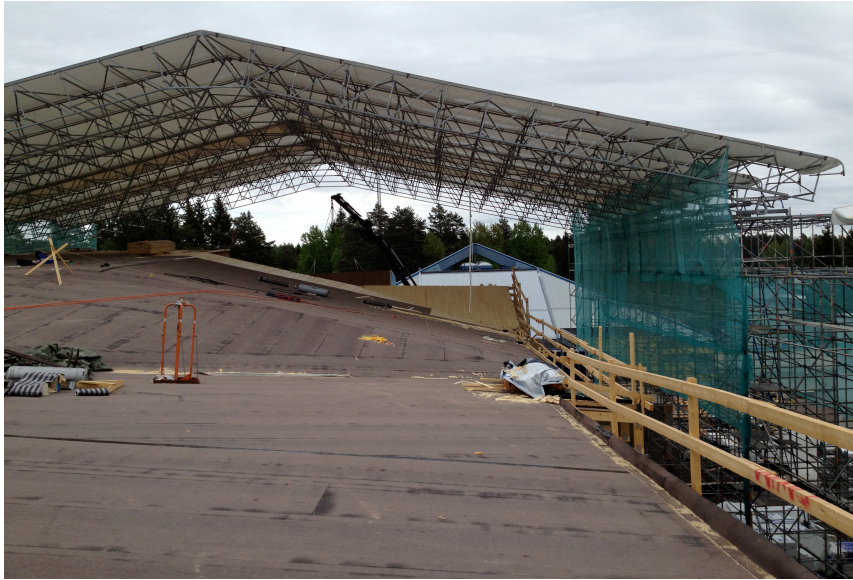
#### Rakennusaikainen siivous

Työmaan siisteyteen ja pölynhallintaan pyrittiin vaikuttamaan lisäämällä rakennusaikaista siivousta. Lemminkäinen on palkannut omia rakennussiivoojia päivittäiseen työmaan siistimiseen. Tarvittaessa siivousta tehostettiin käyttämällä ulkopuolisia rakennussiivoojia omien siivoojien lisäksi, jos siivouskapasiteetti ei riittänyt turvaamaan työmaan siisteyttä. Pölyisten työvaiheiden kuten tasoitetyön ja puun sahauksen aikaisesta siivousta tehostettiin työpisteissä. Siivouksen avuksi kerroksiin nostettiin jokka-vaunuja suurempien rakennusmateriaalien poiskuljetukseen. Rakennuspölyn siivouksessa käytettiin työhön soveltuvaa lastaa tai HEPA-suodattimella varustettua teollisuusimuria pölyn hienojakoisuuden mukaan. Sisä- ja ulkoharjojen käyttö työmaalla on kielletty.

Työmaan sisäalueet yritettiin pitää mahdollisimman pölyttöminä suorittamalla siivous päivittäin ja tarvittaessa useaan otteeseen työpäivän aikana. Jokka-vaunut ja muut jäteastiat tyhjennettiin pihalla sijaitseville jätelavoille niiden täyttyessä. Runsaasti pölyävä materiaali poistettiin välittömästi rakennuksen sisätiloista, jotta pöly ei pääse leviämään tai nousemaan sisäilman mukana muihin tiloihin.

## 5.2 Valmiiden rakennusosien suojaus

Rakennustyömaan valmiiden runkorakenteiden suojaus aloitettiin keväällä 2013. Runkorakenteet suojattiin sääsuojalla lohkoilla 1-4. Rakennuksen koon vuoksi ei ollut mahdollista pystyttää sääsuojaa koko rakennuksen päälle, vaan se oli toteutettava osissa peittäen ensin lohkot 1 ja 2, jonka jälkeen sääsuoja kasattiin lohkojen 3 ja 4 päälle. Ennen sääsuojan siirtoa oli varmistettava, että vesikaton eristystyöt olivat edenneet siihen pisteeseen, ettei sadevesi pääse kulkeutumaan rakenteisiin (ks. kuva 7).



Kuva 7. Sääsuoja lohkon 2 päällä. Vesikaton pintatyöt aloitettu.

Kun lohkojen 1-4 runkorakenteet olivat valmiit ja vesikatto pinnoitettu, purettiin sääsuoja pois. Tässä vaiheessa rakennus oli kuitenkin auki yhdyskäytävien kohdista, minkä vuoksi vesikaton pudotettiin kevytpeitteet suojaamaan tiloja kosteudelta. Kevytpeitteiden reunat limitettiin ja peitteen alareunat sidottiin tiukasti kiinni rakenteisiin, jotta tuuli ei pääse repimään peitteitä irti.

Lohkojen 5 ja 6 rakentaminen suoritettiin ilman varsinaista sääsuojakatosta. Kosteuden kulkeutuminen rakenteisiin estettiin kuitenkin hyödyntämällä vesikaton pudotettuja kevytpeitteitä ja tarvittaessa suojaamalla elementit vielä omilla peitteillään. Asennusaikaiset suojapeitteet poistettiin vasta sitten, kun lohkojen vesikattorakenteet ja vedeneristystyöt oli tehty.

#### Rakennusmateriaalien suojaus

Rakennusmateriaalit varastoitiin ennen asennusta aluesuunnitelmassa sille määritetyllä alueella. Alueen pinnat tasattiin ja tarvittaessa materiaalien alle asetettiin kuormalavat estämään kosteuden suoraa kosketusta materiaaleihin. Rakennusmateriaalit kuten gypsoc-levyt ja villat on peitetty tehdaspakkausmuovein, mutta niiden lisäksi tuli materiaalien päälle levittää suojapeitteet, kunnes materiaalit siirretään työtiloihin (ks. kuva 8). Suojapeitteen levitys koski myös asentamattomia elementtirakenteita, vaikka nekin oli varustettu tehdaspakkausmuovilla. Työpäivän päättyessä varmistettiin, että rakennusmateriaalit oli suojattu riittävän hyvin ja aukinaiset paketit oli siirretty sisätiloihin.

Valitettavan usein kuitenkin suojapeitteet asennettiin liian myöhään ja osa materiaaleista jouduttiin hävittämään niiden käyttökelvottomuuden vuoksi.



Kuva 8. Rakennusmateriaalien varastointi ja suojaus

#### Sisärakennusvaiheet

Koska rakennuksesta tuli puurakenteinen tuli kaikki puupinnalle jäävät rakenteet kuten pilarit ja palkit suojata rakennustöiden ajaksi kolhiutumiselta ja lohkeamiselta. Suojauksesta teki haasteellista se, ettei pintoihin saanut myöskään kiinnittää niittejä, nauloja tai muita kiinnitysmateriaaleja, jotka vahingoittavat pintoja. Tämän vuoksi suojaus toteutettiin käyttämällä kuplamuovia useina kerroksina ja kiinnittämällä muovi teipillä, jonka liimapinta ei tarraudu tiukasti puuhun.

Lattiapinnat suojausmateriaalien valintaan vaikutti mm. lattiapinnan rasitus, pintamateriaalien vahvuus ja kulutuksen kestävyys. Näiden mukaan valittiin käytettäväksi joko suojapahvia tai kovalevyä. Kovalevyä käytettiin mm. konehuoneen epoksipinnan suojaukseen levittämällä levyt tasaisesti puskusaumalla toisiaan vasten ja teippaamalla saumat tiiviisti, jotta lika tai muu rakennustyöstä syntyvä rasite ei pääse kulkeutumaan levyn alle ja näin vahingoita lattiapintaa. Suojapahvia käytettiin mm. luokkatilojen muovipinnoitettujen lattioiden suojaukseen levittämällä pahvi tasaisesti lattialle ja teippaamalla saumat tiiviisti (ks. kuva 9).





Kuva 9. Lattiapinnan ja patterien rakennusaikainen suojaus

Seinäpinnoista ikkunat ja patterit suojattiin tasoite- ja maalaustöiden ajaksi suojamuovilla niin, etteivät tasoite- tai maaliroiskeet pääse vaurioittamaan ikkunoiden karmeja tai patterien maalipintaa.

### 5.3 Työturvallisuus

Työmaan työturvallisuusvastaavaksi valtuutettiin hankkeen työmaainsinööri Vertti Vallenius. Työturvallisuusvastaavan tehtävänä oli informoida työmaan henkilöstöä työturvallisuusriskeistä viikon aloituspalaverien yhteydessä ja varmistaa säännöllisesti, että työmaan työturvallisuusohjeistusta noudatetaan. Työturvallisuusasioita käsiteltiin myös viikkopalaverien yhteydessä, ja jos työmaan toiminnassa havaittiin puutteita, ne pyrittiin korjaamaan välittömästi.

TR-mittaus suoritettiin työmaalla jokaisen viikon viimeisenä päivänä. TR-mittauksen suoritti työturvallisuusvastaan määräämä työmaan johdon edustaja ja työntekijöiden edustaja. TR-mittauksessa tarkasteltiin työmaalaitteiden kuntoa, työmaan yleistä siisteyttä, henkilökohtaisten suojainten asianmukaista käyttöä ja työturvallisuuteen liittyviä riskejä. Jos työmaakierroksella havaittiin puutteita, ne korjattiin heti.

Työmaalla uusi työmies perehdytettiin heti aluksi ennen työmaalle päästämistä. Perehdytyksessä käsiteltiin työmaan yleisten tietojen lisäksi mm. työturvallisuuteen kohdistuvia riskejä, henkilökohtaisten suojavarusteiden käyttöohjeita, työmaan siisteyteen ja sen ylläpitoon liittyviä ohjeistuksia, sekä työkoneiden käyttö ja työtapojen asianmukaista käyttöä. Työturvallisuuskortti ja kuvallinen henkilötunniste veronumeroineen tarkistettiin myös ennen työmaalle pääsyä.

Henkilökohtaisten suojainten käyttöä valvottiin työmaalla säännöllisesti. Jos henkilökohtaisten suojainten käytössä havaittiin puutteita, rikkomuksesta annettiin suullinen huomautus. Jos toistuvia rikkomuksia syntyi, asia käsiteltiin tarvittaessa myös viikon aloituspalaverissa. Työmaan valvonnassa kiinnitettiin myös huomiota, että käytettävät työmenetelmät ja laitteet soveltuivat tehtävään työhön. Jos työhön soveltuva suojavaatetusta tai laitetta ei työmaalta löytynyt, sellainen hankittiin ennen työn aloitusta. Pölyävissä työvaiheissa käytettiin aina hengityssuojaimia.

#### 5.4 Kustannusten hallinta

Pölynhallintaan kohdistuneita kustannuksia syntyi rakennusaikana vain vähän, sillä suurin osa työmaalla käytettävistä rakennustyökaluista oli aikaisemmilta työmailta vapautuneita laitteita. Puhtausluokan P1 ja sisäilmastoluokan S2 vaativuuden vuoksi kustannuksia syntyi kaikkein eniten rakennusaikaista siivousta, sillä Lemminkäisen henkilökohtaiset siivoojat työskentelivät täysipäiväisesti työmaan siisteyden eteen ja tarvittaessa työmaalle hankittiin vielä ulkopuolista siivousapua puhtauden varmistamiseksi. Aikataulullisesti työvaiheiden järjestelmällisellä suunnittelulla oli myös suuri vaikutus pölynhallinnan kustannuksiin, sillä varsinaisia osastointeja ei työmaalla tarvinnut suorittaa, mikä myös poisti alipaineistuslaitteista koituvat kustannukset.

Rakennuksen valmiiden rakennusosien suojauksen osalta sääsuojaus toi suurimmat kustannukset työmaalle. Tavoitteena oli suorittaa sääsuojaus laaditun yleisaikataulun mukaisesti, mutta asennusviivästykset erinäisten syiden johdosta pitkittivät suunniteltua aikataulua ja lisäsivät samalla kustannuksia.

Taulukko 5. Sääsuojan toteutuneet kustannukset

<b>Sääsuojauksen vaiheet</b>	<b>Vuokra-aika</b>	<b>Hinta €</b>
Sääsuoja		70000
Sääsuojauksen kasaus		50000
Sääsuojauksen purku		50000
Vuokra	90 päivää	90000
	<b>Yhteensä</b>	<b>260000</b>

Todelliseksi sääsuojan kustannuksiksi saatiin 260 000 €, joka ylitti arvioitujen kustannukset 30 000 € :lla, koska yleisaikataulu venyi.

Rakennusmateriaalien ja lohkojen 5 ja 6 suojaus toi huomattavan kuluerän hankintoihin. Suojauksessa käytettiin lainapeitteitä ja suuria kevytpeitteitä, joiden kustannukset kohosivat laina-ajan venymisen ja useiden peitehankintojen myötä korkeiksi. Sisäpintojen suojauksessa käytettyjen suojausmateriaalien kustannukset sen sijaan eivät olleet merkittäviä.

### 5.5 Huomioimattomat tilanteet

Työmaalla oli myös tilanteita, joihin ei osattu varautua riittävän ajoissa. Kaikkiin näihin tapahtumiin olivat osallisena joko ilmastosta johtuneet rasitteet tai aikataululliset viivästykset, jotka aiheuttivat lisätyötä eri rakennusvaiheissa.

Pölynhallinnassa tällaisia tilanteita syntyi osittain suojauksen puutteellisuuden vuoksi, mutta myös luonnollisten ilmastovaihtelujen seurauksena. Siitepöly oli suurin rasite työmaalle, sillä pöly kiinnittyi pihalla varastoituihin rakennusmateriaaleihin ja ilmastointiputkiin kulkeutuen niiden mukana sisäilmaan. Tämä tuotti ylimääräistä siivoustyötä ja ilmanvaihtoputkien putsausta ennen asentamista. Rakennusmateriaalien saannit työmaalle myöhästyi ja pölyäviä työvaiheita jouduttiin suorittamaan uudelleen.

Myös kesän 2013 sääolosuhteet aiheuttivat tilanteita, joihin ei osattu varautua riittävän ajoissa. Kun sääsuojaus oli poistettu lohkojen päältä, vesikatolta pudotettiin suojapeitteet auki olevien tilojen suojaksi. Vaikka peitteet oli sidottu tiukasti toisiinsa ja raken-



teisiin kiinni, ne repeytyivät tuulen voimasta osittain irti päästäten sadevettä sisätiloihin kastellen osittain valmiita rakenteita. Tapahtuneen vuoksi kastuneita seinärakenteita jouduttiin vaihtamaan suurempien rakenteellisten vaurioiden välttämiseksi.

Myöskään vesikatolta alas tulevan veden määrää ja sen aiheuttamia mahdollisia rakenteellisia vaurioita ei osattu ottaa huomioon. Vesikaton jyrkät piirteet, vesikourujen ja vedenohjauksen puutteellisuus olivat suurin syy. Vesikaton osittaisen valmiusasteen vuoksi vesikouruja ei päästy asentamaan riittävän ajoissa, joten vesi kulkeutui räystäältä suoraan sisäpihan seinärakenteisiin ja osittain myös sisätiloihin. Nopea reagointi ja korjaustoimenpiteet estivät rakenteellisten vaurioiden syntymisen.

## 6 LOPPUTULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 Toteutuneet menetelmät

Hankkeen toteutuksen lähtökohtana oli, että suunnitteluvaiheessa rakennuksen pölynhallintaan ja suojaukseen asetetut ohjeet ja tavoitteet pystytään saavuttamaan. Työmenetelmät pyrittiin valitsemaan niin, että rakennukselle asetetut sisäilmasto- ja puhtaus-tavoitteet pystytään saavuttamaan ilman suuria kustannuksellisia rasitteita.

#### Pölynhallinta

Työmaakohteen suunnitteluvaiheessa pölynhallinnalle laadittiin ohjeistavia asiakirjoja, kuten urakkarajaliite, aliurakkaohjelma ja aluesuunnitelma. Urakkarajaliitteessä määritetyt ohjeet pölyn leviämisen estämiseksi toteutettiin rakennusaikaisella tehosteella siivouksella ja käyttämällä pölyävissä työvaiheissa, kuten betoniseinien hionnassa ja puun sahauksessa, kohdepoistolla varustettuja imureita. Myös pölystä johtuvat terveysvaikutukset otettiin huomioon käyttämällä kaikissa pölyä aiheuttavissa työvaiheissa tehtävään soveltuvaa hengityssuojainta. Rakennussiivouksessa käytettiin ainoastaan HEPA-suodattimella varustettuja teollisuusimureita ja lastoja. Siivouksen tehostamiseksi kerroksiin nostettiin jätelaunuja, jotka helpottivat jätteiden kuljetusta ulos jätelavoille.

Aluesuunnitelmassa määritetyt jätelavojen ja sirkkelikatoksen sijainnit pyrittiin toteuttamaan ohjeistuksen mukaan. Huomiota kiinnitettiin varsinkin jätteiden poissiirtoon työmaalta, jotta jätelavat eivät pääse täyttymään ja aiheuttamaan viivästyksiä siivouk-

sessä. Sirkkelikatot purettiin vasta ulkotöiden päättyessä, jolloin puupölystä ei ollut enää vaaraa ympäristölle.

### Valmiiden rakennusosien suojaus

Valmiiden rakennusosien suojausta varten hankkeelle laadittiin mm. kosteudenhallinta suunnitelma, laatusuunnitelma ja laadunvarmistusmatriisi. Näiden asiakirjojen ja ohjeiden mukaan on työmaan suojaus pyritty toteuttamaan.

Rakennus toteutettiin suunnitelmien mukaan sääsuojalla lohkoilla 1-4, ja lohkot 5 ja 6 suojattiin laina ja kevytpeitteillä. Kosteudenhallintasuunnitelmassa asetetut suojaustoimenpiteet kuljetusten, varastoinnin ja asennuksen aikana toteutettiin suunnitelmien mukaan. Elementit ja rakennusmateriaalit oli suojattu kuljetusten aikana tehdaspakkauksin ja välivarastoinnin aikana suojaus varmistettiin peittämällä materiaalit suoja-peittein. Asennusvaiheessa tehdasmuovit poistettiin ja rakenteet peitettiin kevytpeitteillä. Myös vesikatolla ja rakenteissa olleet aukot suojattiin kevytpeittein, jotta vesi ei pääse kulkeutumaan valmiisiin rakenteisiin.

Laatusuunnitelma ja sen valvonta pystyttiin toteuttamaan niille asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Valmiit ja ympärivät rakenteet suojattiin työnaikaiselta vaurioitumiselta niin hyvin, kuin se oli mahdollista. Laatusuunnitelman toteutumista valvottiin päivittäin työmaakierroksien yhteydessä, ja jos työtavoissa tai tehdyssä työssä havaittiin puutteita, ne korjattiin suunnitelmien mukaisiksi. Laadunvalvonnalla pyrittiin myös varmistamaan, että voimakkaasti tiloja rasittavat työvaiheet oli tehty ennen viimeistelytöitä. Laatua valvottiin säännöllisesti suunnittelu- ja aliurakkapalaverien yhteydessä tekemällä koottuja työmaakierroksia. Jos työssä oli vaadittu mallisuoritus, se hyväksyttiin tilaajalla ja suunnittelijalla ennen töiden jatkamista.

## 6.2 Kehitysmahdollisuudet

Vaikka työt pyrittiin suorittamaan annettujen ohjeiden mukaisesti, toiminnassa on kuitenkin myös parannettavaa. Kehittämällä toimintaa niin suunnittelu- kuin toteutusvaiheessa pystytään pölynhallintaa ja valmiiden rakennusosien suojausta viemään aina parempaan suuntaan.

## Pölynhallinta

Jo suunnitteluvaiheessa työmaalle tulisi laatia pölynhallintasuunnitelma, jossa käsitellään tapauskohtaisesti, kuinka pölynhallinta työmaakohteessa toteutetaan. Näin jokaisella työntekijällä ja urakoitsijalla on koottu yhtenäinen ohjeistus, joka myös auttaa työjärjestyksen suunnittelussa.

Toteutusvaiheen pölynhallinnassa esiin nousi kehitettäviä toimintatapoja tasoitettoiden työmenetelmissä, rakennusjätteen poiskuljetuksessa sisätiloista, pölyävien kohteiden osastoinnissa ja työn organisoinnissa.

Työmaakohteessa tasoitteen hionnassa käytettiin hiomapaperilla varustettua lastaa, joka ei täytä tämän päivän vaatimuksia pölynhallinnan näkökulmasta. Kyseisellä työmenetelmällä pöly pääsee helposti leviämään huoneilmaan ja ympäristöön ja siten lisää merkittävästi rakennussiivouksen määrää ja kustannuksia. Tasoitteen hionnassa tulisi käyttää kohdepoistolla varustettua hiomakonetta, jonka käyttö ei merkittävästi lisää tasoitetyön kustannuksia, mutta työhön kuluva aika lyhenee. Pölyttömämpi työmenetelmä lisää niin tasoitetyötä tekevän kuin muiden rakennuksessa työskentelevien työviihtyvyyttä.

Pölyisissä työvaiheissa ei yksistään kohdepoistolla varustettu laite estä pölyn leviämistä muihin tiloihin. Siksi tilat, joissa tehdään pölyviä työvaiheita, tulisi eristää muista tiloista vetoketjullisin suojaovin ja tarvittaessa alipaineistamalla tila. Työmaakohteessa ei osastointeja hyödynnetty, joten tasoitepöly pääsi helposti leijailemaan huoneilmaan. Kuitenkaan ei ole järkevää eikä kustannustehokasta, että suuria osastointeja suoritetaan, mutta vetoketjullisten suojaovien käyttö sen sijaan riittäisi estämään pölyn leviämisen.

Jätteiden poisvientiin sisätiloista ja jätelavojen toimivuuteen tulisi myös kiinnittää huomiota. Kohteessa jätteiden kuljetus rakennuksen ulkopuolelle sujuisi vaivattomammin, aikaa säästäen ja pölyttömämmin, jos käytössä olisi jätekuilut ja suljetut jätelavat. Jokka-vaunujen käytettävyys on melko vähäinen, eivätkä ne takaa pölyn leviämättömyyttä. Lisäksi jokka-vaunujen tyhjennykseen kulunut aika ja työpanos häviäisi lähes kokonaan jätekuiluja hyödynnettäessä.

Työn organisointiin liittyy olennaisena osana aikataulutus, rakennusmateriaalien oikea-aikainen saanti työmaalle ja tarvittavien materiaalimäärien ennakointi. Järjestelmällisellä organisoinnilla välttyttäisiin työvaiheiden keskeytymiseltä ja rakennustarvikkeiden varastoinnilta työmaalla. Työmaalla useasti työt keskeytyivät, kun rakennusmateriaalia ei ollut riittävästi töiden jatkamiseen.

#### Valmiiden rakennusosien suojaus

Rakennustyömailla, kuten työmaakohteessakin käytetään runsaasti kevyt- ja lainapeitteitä. Kevytpeitteiden käytössä on aina riski, sillä ne ovat heikkorakenteisia. Niiden korvaamista jollakin muulla menetelmällä tulisi pohtia. Sääsuojien ja katosten käyttöä tulisi lisätä niin rakennusmateriaalien kuin rakenteidenkin suojauksessa niiden korkeista kustannuksista huolimatta. Rakennusmateriaalien varastoinnin aikaiseen suojaukseen voisi käyttää katoksia; näin säästettäisiin huomattava kuluerä kevyt- ja lainapeitteiden hankinnassa ja työpanos lisääntyisi, kun työtunteja ei tarvitsisi käyttää rakennusmateriaalien suojaukseen. Rakennusmateriaalien hukkamenekki myös pienee, kun varastoinnin aikainen suojaus toteutetaan katoksilla eikä kosteus pääse pilaamaan materiaaleja.

### 6.3 Johtopäätökset

Kokonaisuutena työmaan pölynhallinta ja suojaus saatiin toteutettua suunnitelmien mukaisesti huolimatta kohteen vaativuudesta. Hankkeen pölynhallinnan ja suojauksen suunnittelulla on ollut suuri merkitys kokonaisuuden onnistumiseen, mutta suurin syy on ammattitaitoinen henkilöstö ja työmaan määrätietoinen johtaminen.

Ilman sääsuojausta hanke olisi luultavasti kärsinyt vesivahinkoja. Sääsuojaus myös mahdollisti rakentamisen ilman sääolosuhteista johtuvaa viivästymistä. Sääsuojan merkitys huomattiin parhaiten, kun sääolosuhteet kesän 2013 aikana heikkenivät juuri, kun sääsuoja oli poistettu. Suurimmilta kosteuden aiheuttamilta vaurioitumisilta kuitenkin välttyttiin nopean reagoinnin ja korjaustoimenpiteiden johdosta. Sisätilojen valmiiden rakennusosien aktiivinen suojaus poisti suuret vaurioitumisriskit ja vähensi merkittävästi korjaustoimenpiteiden tekemistä.

Pölynhallinta työmaalla saatiin toteutettua ilman suurempia pölyhaittoja ympäristölle tai henkilöstölle. Eniten auttoi rakennusaikaisen siivouksen tehostaminen varsinkin

pölyisissä työvaiheissa. Myös panostus asianmukaisten työvälineiden hankintaan auttoi pölyn leviämisen estämisessä yhdessä työntekijöiden oma-aloitteisuuden ja aktiivisuuden kanssa.

Pölynhallintaa ja suojausta tulisi kehittää työmaalla jatkuvasti ja yrittää minimoida riskitekijät. Suurin epäkohta pölynhallinnan onnistumisessa oli pölynhallintasuunnitelman puuttuminen. Ilman pölynhallintasuunnitelmaa ei työhön saatu yhtenäistä toimintamallia ja pölyntorjunta toteutettiin vain osittaisten ohjeistusten pohjalta. Rakenteiden ja rakennusmateriaalien suojaukseen tulisi jatkossa kiinnittää lisää huomiota ja pyrkiä kehittämään uusia työmenetelmiä, joilla saataisiin suurempi hyöty kuin kevytpeitteitä tai lainapeitteitä käyttämällä.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota pölynhallinnan ja valmiiden rakennusosien suojauksen keskeiset menetelmät ja toimintaperiaatteet yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, jota Lemminkäisen konserni pystyy hyödyntämään työmaaoiloissa oikean suojaus- ja pölynhallintatoimenpiteen valinnoissa. Lisäksi tavoitteena oli etsiä Lemminkäisen työmaatoiminnasta epäkohtia ja kehittämismahdollisuuksia, joihin pystyttäisiin tulevilla työmailla kiinnittämään enemmän huomiota paremman ja ennen kaikkea terveellemmän lopputuloksen saavuttamiseksi.

Opinnäytetyön teoriaosan tukena pölynhallintaa ja valmiiden rakennusosien suojausta tarkasteltiin työmaakohteen pohjalta. Teoriaosassa käsitellyt toimintaohjeet perustuvat niin työmaalta saatuihin oppeihin kuin kirjallisuuslähteisiin. Teorian ja käytännön yhteyden tarkastelu osoitti, että Lemminkäisen toimintaperiaatteet pölynhallinnan ja suojauksen kannalta on otettu hyvin huomioon, sekä suunnitteluvaiheessa että rakentamisen aikana. Kuitenkin toiminnasta löydettiin myös monia epäkohtia, joihin tulisi kiinnittää tarkemmin huomiota, kuten pölynhallintasuunnitelman puuttumiseen, työn organisointiin, työmenetelmiin pölyisissä työvaiheissa, osastointeihin ja rakennusmateriaalien varastoinnin aikaiseen suojaukseen. Toimenpiteiden korjaaminen ei lisää merkittävästi rakentamisen kustannuksia, mutta sen sijaan tehostaa jo ennestään hyviä toimintaperiaatteita. Työmaakohteen lopputulosten tarkastelussa esittelin omat näemykseni, joilla epäkohdat saataisiin korjattua ja miten parannusehdotusten käyttäminen vaikuttaisi saatuun lopputulokseen.

Mielestäni rakennusaikaisten sääsuojakatoksien käyttöä tulisi lisätä työmailla vaikka ne ovat kalliita. Kuten työmaakohteessa nähtiin, sääsuojakatoksilla saatiin merkittäviä etuja: rakennustöitä ei tarvinnut keskeyttää huonojen sääolosuhteiden vuoksi sekä kosteuden pääseminen valmiisiin rakennusosiin pystyttiin välttämään ja mahdollisten kosteus- ja homevaurioiden syntyminen ehkäisemään.

Työn tarkasteltavaan lopputulokseen vaikutti merkittävästi työmaakohteen keskenrajaisuus. Tämän vuoksi työmaalla ei ollut tehty vielä pölymäärämittauksia, joten voitiin tarkastella vain suunnittelussa annettujen ohjeiden ja toteutusvaiheessa käytettyjen pölynhallintamenetelmien yhteyttä teoriaan. Kuten teoriassa todettiin, pelkkien teknisten tavoitearvojen täyttyminen ei takaa sisäilmasto- ja puhtausluokkatavoitteita, vaan rakentamisessa tulee myös yleisesti ottaa huomioon S2-sisäilmastoluokan ja P1-puhtausluokan tiloille asetetut perusvaatimukset, kuten rakennustyön suorittaminen P1-puhtausluokan vaatimalla tavalla. Tämän vuoksi pölymittauksien puuttuminen ei vaikuta saadun lopputuloksen käyttökelpoisuuteen.

Lemminkäisen toiminta perustuu jatkuvaan työmaatoiminnan ja uusien menetelmien kehittämiseen. Asiakkaille halutaan tarjota entistä parempaa ja terveellisempää rakentamista, jonka vaikutus näkyy pitkällä aikavälillä tyytyväisyytenä ja pitkäkestoisena yhteistyönä. Opinnäytetyön saatu lopputulos ja kehittämismahdollisuudet ovat hyödynnettävissä Lemminkäisen jatkuvassa kehitystyössä ja toimivat ohjenuorana tulevilla työmailla, joissa työnjohto pystyy tarttumaan löydettyihin epäkohtiin ja korjaamaan samalla tehdyt virheet paremman lopputuloksen saavuttamiseksi.

Opinnäytetyö on tarkoitus jakaa Lemminkäisen sisäisen intran kautta Itä-Suomen alueen työnjohdon luettavaksi ja saavuttaa näin laajempi tietoisuus pölynhallinnan ja suojauksen menetelmistä ja niihin kohdistuneista toimintaperiaatteista. Työmaanjohto pystyy tämän opinnäytetyön pohjalta myös kouluttamaan ja informoimaan työntekijöitä, ja näin myös työntekijät pystyvät puuttumaan oikeiden menetelmien käyttöön ja vaatimaan niiden toteutumista.

Opinnäytetyötä tehdessäni huomasin, kuinka kattava ja monimuotoinen pölynhallinta ja valmiiden rakennusosien suojaus aihealueena on ja kuinka paljon eri mahdollisuuksia hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi on. Työmaatoiminnassa asenteiden pölynhallintaan ja suojaukseen tulee muuttua. Se vaatii tehokasta tiedon siirtoa rakennustyöhön ja työnjohdon määrätietoista työmaan johtamista oikeiden toimintatapojen noudatta-

misessa. Asiakkaat ja työmaalla työskentelevät tahot vaativat yhä enemmän turvallista, laadukasta ja ennen kaikkea terveellistä asumis- ja työympäristöä, joka haastaa yrityksen panostamaan yhä enemmän rakennustyöhön. Koen opinnäytetyössä saatujen oppien pohjalta olevani valmiimpi näihin haasteisiin. Nyt minulla on tietotaitoa, jonka pohjalta pystyn kehittämään tätä tärkeää rakentamisen aluetta oman työurani aikana.

## LÄHTEET

- 1 Ympäristöministeriö. 2013. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Saatavissa:  
[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma) [viitattu 3.1.2014].
- 2 Finlex. 2002. Työturvallisuuslaki. Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L3> [viitattu 7.1.2014].
- 3 Finlex. 2009. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205> [viitattu 7.1.2014].
- 4 Sisäilmayhdistys. 2008. Sisäilmastoluokitus 2008. Saatavissa:  
<http://whm12.louhi.net/~sisailma/wp-content/uploads/2013/03/sisailmastoluokitus2008-esittely.pdf> [viitattu 7.1.2014].
- 5 Sisäilmayhdistys. 2008. Sisäilmastoluokituksen tavoitearvot. Saatavissa:  
<http://www.swegonairacademy.com/wp-content/uploads/2012/04/Sateri-Tampere-2008.pdf> [viitattu 7.1.2014].
- 6 Rakennustieto. 2008. M1- vaatimukset ja luokiteltujen tuotteiden käyttö. Saatavissa:  
<https://www.rakennustieto.fi/index/rakennustieto/rakennusmateriaalienpaastoluokitus/m1-vaatimuksetjaluookiteltujentuotteidenkaytto.html> [viitattu 7.1.2014].
- 7 Rakennustieto. 2013. Pölytön työmaa-työntekijän ja rakennuksen käyttäjän etu. Saatavissa:  
[https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A\\$47\\$RK050504\\$46\\$pdf/RK050504.pdf](https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A$47$RK050504$46$pdf/RK050504.pdf) [viitattu 8.1.2014].
- 8 Pölyntorjunta. 2013. Yleiset pölytyypit. Saatavissa:  
<http://www.polyntorjunta.fi/yleiset-polytyypit> [viitattu 8.1.2014].



- 9 Työterveyslaitos. 2010. Pölyt ja mikrobit. Saatavissa:  
[http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset\\_aineet/polyt\\_mikrobit/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/polyt_mikrobit/sivut/default.aspx) [viitattu 8.1.2014].
- 10 Strong. 2013. Rakennustyömaan pölyntorjunta: Saatavissa:  
<http://www.strong.fi/fi/info/rakennustyomaan-polyntorjunta.html> [viitattu 13.1.2014].
- 11 Työmaatekniikka. 2005. Työmaan aputyöt ja huolto. Saatavissa: Ratu- 1214-S [viitattu 14.1.2014].
- 12 Tavanomaiset purkutyöt. 2000. Vaaralliset aineet- käsittely ja suojaus. Saatavissa: Ratu 82-0240 [viitattu 14.1.2014].
- 13 Pölyntorjunta. 2013. Osastointivälineet. Saatavissa:  
<http://www.polyntorjunta.fi/osastointivalineet2> [viitattu 14.1.2014].
- 14 Pölyntorjunta. 2013. Urakoitsijat. Saatavissa:  
<http://www.polyntorjunta.fi/urakoitsijat> [viitattu 15.1.2014].
- 15 Työturvallisuuskeskus. Hengityssuojaimet. Saatavissa:  
[http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen\\_teollisuus/lasinkirkas\\_totuus\\_turvallisuudesta/hengityssuojaus](http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen_teollisuus/lasinkirkas_totuus_turvallisuudesta/hengityssuojaus) [viitattu 16.1.2014].
- 16 Työturvallisuuskeskus. 2013. Päänsuojaus, silmien suojaus, kuulonsuojaus. Saatavissa:  
[http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen\\_teollisuus/lasinkirkas\\_totuus\\_turvallisuudesta/paansuojaus\\_silmiensuojaus\\_kuulonsuojaus](http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen_teollisuus/lasinkirkas_totuus_turvallisuudesta/paansuojaus_silmiensuojaus_kuulonsuojaus) [viitattu 16.1.2014].
- 17 Suojauskalusto. 1992. Sääsuojat, suojapeitteet, julkisivusuojat. Saatavissa: Kone-Ratu 07-3022 [viitattu 17.1.2014].
- 18 Rakennustyömaan sääsuojaus. 2013. Saatavissa: Ratu S-1232 [viitattu 18.1.2014].
- 19 Lemminkäinen. 2014. Yritys, perustehtävä ja vastuullisuus. Saatavissa:  
<http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Yritys/> [viitattu 20.1.2014].

- 20 Ramirent. 2014. Vuokratuotteet, rakennuskoneet. Saatavissa:  
<http://www.ramirent.fi/portal/fi/tuotteet/> [viitattu 6.2.2014].
- 21 Työterveyslaitos. 2009. Rakennusalan terveys ja turvallisuus 2000- luvulla. Saatavissa:  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_riskien\\_hallinta/riskien\\_hallinta/Documents/Rakennusalan%20profiili\\_240809.pdf](http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/riskien_hallinta/Documents/Rakennusalan%20profiili_240809.pdf) [viitattu 8.2.2014].